



# UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

## TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Estabilización tartárica y colorante en vinos tintos

Autor/es

LOLA CAMBRONERO GONZÁLEZ

Director/es

MARÍA PURIFIC. FERNÁNDEZ ZURBANO y HECTOR MARTÍNEZ ,

Facultad

Facultad de Ciencia y Tecnología

Titulación

Grado en Química

Departamento

QUÍMICA

Curso académico

2016-17



***Estabilización tartárica y colorante en vinos tintos***, de LOLA CAMBRONERO GONZÁLEZ

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

© El autor, 2017

© Universidad de La Rioja, 2017

[publicaciones.unirioja.es](http://publicaciones.unirioja.es)

E-mail: [publicaciones@unirioja.es](mailto:publicaciones@unirioja.es)



**UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA**

**CURSO 2016-2017**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO  
GRADO EN QUÍMICA**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

# **ESTABILIZACIÓN TARTÁRICA Y COLORANTE EN VINOS TINTOS**

**LOLA CAMBRONERO GONZÁLEZ**

**Tutor académico**

**María Purificación Fernández Zurbano**

**Tutor de empresa**

**Héctor Martínez**

**Trabajo realizado en la Bodega Iniesta S.L.**



## *Agradecimientos*

*En primer lugar, quisiera agradecer a Bodega Iniesta la oportunidad que me ha brindado para la realización de este proyecto, en especial al enólogo de la bodega y mi tutor de empresa, Héctor Martínez, que tanto me ha guiado y apoyado durante la ejecución de éste, junto con la enóloga Sonia Gómez.*

*A María Purificación Fernández, mi tutora en la Universidad de la Rioja, quién me ha ayudado a marcar pautas, y al Departamento de Química y con este a Judith Millán, por facilitarme su realización.*

*A mis padres, que durante todos estos años han sabido orientarme, facilitándome todos los medios para llegar a ser quién soy, pero muy en especial a mi padre, también químico y enólogo de nuestra pequeña bodega familiar, quién me hizo involucrarme desde muy pequeña en esta andadura. También a mi tía Lola, por ser siempre un ejemplo para mí, y quién más ha sufrido los efectos de esta etapa final. Y por supuesto a mi hermano y mis abuelos, mis tíos, primos y a mi familia irlandesa, por vuestra confianza en mí.*

*A todos aquellos profesores, desde el colegio hasta la universidad, que han conseguido dejar una huella en mí.*

*A todos mis compañeros y amigos de la universidad, sobre todo a Andrea, Estanis, Esther, María, Mónica y Paula, y a muchos otros del área de enología y química, porque sin vuestros resúmenes, vuestros consejos, y vuestra ayuda seguro que no estaba escribiendo estas líneas. Y mis compañeras de piso, Lorena y Marisa, por innumerables motivos, sobre todo, por permanecer a mi lado durante toda esta etapa.*

*A todas mis amigas de siempre, Ana, Ana Teresa, Ángela, Carolina, Encar, Mar, Paula, Sofía, Thais y Vanessa.*

*Gracias.*





# ÍNDICE

RESUMEN . . . . .	I
ABSTRACT . . . . .	II
1. INTRODUCCIÓN . . . . .	1
2. OBJETIVOS . . . . .	2
3. FUNDAMENTO TEÓRICO . . . . .	3
3.1. <u>Fenómenos coloidales</u> . . . . .	3
3.2. <u>Técnicas de limpieza. Clarificación por encolado</u> . . . . .	3
3.3. <u>Técnicas de estabilización tartárica y de materia colorante</u> . . . . .	5
3.3.1. <i>Estabilización por frío</i> . . . . .	6
3.3.2. <i>Estabilización Química</i> . . . . .	7
4. MATERIAL . . . . .	10
4.1. <u>Vinos</u> . . . . .	10
4.2. <u>Productos enológicos</u> . . . . .	10
4.3. <u>Aparatos e instrumentación</u> . . . . .	11
5. MÉTODO EXPERIMENTAL . . . . .	13
5.1. <u>Evaluación del grado de inestabilidad proteica en vinos blancos</u> . . . . .	13
5.1.1. <i>Clarificación del vino blanco con la bentonita objeto de estudio</i> . . . . .	13
5.1.2. <i>Evaluación de la inestabilidad proteica – Test del calor</i> . . . . .	14
5.2. <u>Evaluación del grado de inestabilidad tartárica y materia colorante en vinos tintos</u> . . . . .	15
5.2.1. <i>Análisis sensorial después de la clarificación y el filtrado. Cata a ciegas</i> . . . . .	15
5.2.2. <i>Evaluación del grado de inestabilidad tartárica y de materia colorante. Test de frío</i> . . . . .	16
5.2.3. <i>Test de conservación</i> . . . . .	18
5.2.4. <i>Estabilización por frío versus Estabilización Química. Cata a ciegas</i> . . . . .	18





<b>6.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>19</b>
<b>6.1.</b>	<b><u>Pruebas de clarificación y evaluación de la estabilidad proteica en vinos blancos</u></b>	<b>19</b>
6.1.1.	<i>Clarificación y evaluación de la estabilización proteica en el vino blanco con las bentonitas Microcol, Pluxbenton y Pluxcompact</i>	19
6.1.2.	<i>Clarificación y evaluación de la estabilización proteica en el vino blanco con las bentonitas Electra, Pluxcompact, Pluxbenton, Performa y Microcol</i>	28
<b>6.2.</b>	<b><u>Pruebas de estabilidad tartárica y materia colorante en vinos tintos</u></b>	<b>35</b>
6.2.1.	<i>Análisis sensorial después de la clarificación y el filtrado. Resultados de cata</i>	35
6.2.2.	<i>Evaluación del grado de inestabilidad tartárica y de materia colorante. Test de frío</i>	37
6.2.3.	<i>Pruebas para la estabilización tartárica y colorante</i>	39
6.2.4.	<i>Test de conservación</i>	44
6.2.5.	<i>Estabilización por frío versus Estabilización Química. Cata a ciegas</i>	46
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>47</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>49</b>







## RESUMEN

Actualmente, uno de los factores que el consumidor exige a los vinos es su grado de limpidez ya que la turbidez se asocia a una alteración de los mismos. Por ello, complementariamente a las **técnicas de clarificación**, se aplican **técnicas de estabilización** que ayudan a garantizar la estabilidad y limpidez de los vinos.

Este Trabajo de Fin de Grado en Química, realizado en Bodega Iñiesta, tiene como objetivo evitar que en los vinos tintos de la bodega se produzcan **inestabilidades tartáricas y de materia colorante** posteriores a su embotellado. Para ello, se ha estudiado sobre un vino tinto crianza y otro joven, una **Estabilización Química** con manoproteínas, carboximetilcelulosa y goma arábiga en distintos productos estabilizantes, que puedan sustituir al proceso de **Estabilización por frío** seguido hasta ahora en bodega.

El estudio del **proceso de clarificación** de los vinos de la bodega se ha seguido sobre el vino blanco “Corazón Loco 2016”, seleccionando la **bentonita Microcol** como el clarificante más eficaz y reactivo. La clarificación de los vinos tintos joven y crianza, “Corazón Loco 2016” y “Finca Carril Hechicero 2013”, se ha llevado a cabo con distintas concentraciones de la bentonita seleccionada; determinando en un análisis sensorial la dosis de 40 g/hl como la más apropiada.

A partir de los dos vinos tintos clarificados con bentonita y otro vino tinto crianza previamente clarificado existente en la bodega denominado “Premium 2013” se ha realizado una evaluación del **grado de inestabilidad tartárica y de materia colorante**. Los resultados han mostrado que mientras en el caso del vino crianza “Finca Carril Hechicero 2013” la clarificación aplicada ha resultado eficaz generando un vino estable en cuanto a la quiebra tartárica y de materia colorante, los vinos “Corazón Loco Tinto 2016” y “Premium 2013” requieren un **proceso de estabilización**. Para ello ambos vinos se han *estabilizado químicamente*, obteniendo los mejores resultados cuando se añaden **100 ml/hl del producto comercial Stab Mega en el vino joven**, y una mezcla **50/90 ml/hl de los productos Stabiverk y Claristar para el crianza**, a pesar de que este último no consigue estabilizarse definitivamente.

Análogamente, el vino tinto “Corazón Loco 2016” se ha estabilizado mediante el método habitual de **Estabilización por frío**. Las diferencias entre ambos métodos se han comparado en un análisis sensorial. Los resultados muestran que **la Estabilización Química resulta mucho menos agresiva para el vino**, aportando mejor carácter sensorial a nivel aromático y gustativo. Por ello, el vino “Corazón Loco Tinto 2016” todavía almacenado en bodega se ha decidido estabilizar con una concentración de 100 ml/hl de *Stab Mega*.





## ABSTRACT

At present, one of the factors that consumers demand in wines is its clarity, due to turbidity which is associated with an alteration in those. For that, complementary to **fining techniques** on wines, are applied **stabilization techniques** to help ensure its stability and clarity.

The target of this Bachelor's Degree Final Project in Chemistry, developed in Bodega Iniesta, is to prevent **tartaric and colouring material instabilities** after bottling. For that, a **Chemical Stabilization** with mannoproteins, carboxymethyl cellulose and gum Arabic in different stabilizing products, has been studied in a young and a crianza wine; to replace the conventional method of **Stabilization at low temperatures** employed to date on the winery.

The study of clarification treatments in winery's wines has been followed on white wine "Corazón Loco 2016", selecting the **bentonite Microcol** like the most effective fining agent. Clarification in young and crianza red wines, "Corazón Loco 2016" and "Finca Carril Hechicero 2013", has been carried out with different concentrations of bentonite selected; defining in a sensorial analysis the concentration of 40 g/hl like the most appropriate.

Fining red wines with bentonite and another crianza wine previously clarified, present on the winery, denominated "Premium 2013", have been assessed instability of tartrate and colour substances. The outcome has demonstrated that for crianza wine, "Finca Carril Hechicero 2013", the clarified employed has been effectivity, generating a stable wine; while red wines, "Corazón Loco Tinto 2016" and "Premium 2013", request a **stabilization process**. Both wines have been *Chemically stability*, obtaining best results when are added **100 ml/hl of commercial product Stab Mega on young red wine**, and a mixture **50/90 ml/hl of Stabiverk and Claristar products for the crianza**, despite this latter case has not achieved its stabilization.

Similarly, "Corazón Loco 2016" red wine has been stabilised which the conventional method of *Stabilization at low temperatures*. Differences between both methods have been compared on a sensory analysis by blind-taste test. Results show how **Chemical Stabilization is less "aggressive" for the wine**, providing better sensory character, for the aromatic and taste profiles. As a result, "Corazón Loco Tinto 2016" wine still stored in the winery has decided to stabilize with a concentration of 100 ml/hl of *Stab Mega*.







## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad uno de los factores que el consumidor exige a los vinos es su **grado de limpidez**, ante la creencia de que un signo de turbidez implica necesariamente una alteración en los mismos. Esto puede ser cierto en algunos casos, ya que pueden producirse posibles desarrollos microbianos que afectan a este factor. Sin embargo, normalmente el grado de limpidez **se ve condicionado por su composición y una posible insolubilización de determinadas sustancias** que no afectan en absoluto a las propiedades organolépticas de los vinos, y donde los fenómenos coloidales juegan un importante papel en la estabilidad o inestabilidad de la turbidez y, por tanto, en el aspecto final que presenta el vino.<sup>[1]</sup>

Los vinos recién elaborados contienen una gran cantidad de partículas y sustancias en suspensión, las cuales a lo largo del tiempo tienden a sedimentarse gracias a la acción de la gravedad, llevándose a cabo una *limpieza espontánea* del vino. Sin embargo, actualmente gracias al conocimiento enológico existen técnicas que permiten acelerar este proceso, como son la **clarificación, filtración o centrifugación**, donde además de limpiar los vinos en distinto grado se puede conseguir una **Estabilización Biológica** de los mismos.<sup>[1,2,3]</sup> Aunque en la mayoría de los casos, estas operaciones de limpieza van a resultar insuficientes para garantizar la limpidez a largo plazo de nuestros vinos, ya que estos pueden enturbiarse más adelante por factores físicos, químicos y biológicos relacionados con la composición del vino o por la intervención de otros factores externos como puede ser cambios bruscos de temperatura. Por ello, complementariamente a estas técnicas de limpieza, se aplican **técnicas de estabilización** que van a ayudar a garantizar la estabilidad y limpidez de los vinos durante su conservación en bodega, crianza, embotellado y, sobre todo, en su comercialización, pudiendo considerar esta última etapa como la más importante y determinante, ya que será la que lo lleve hasta el consumidor final, quién dará el visto bueno a este largo proceso de estabilización y limpieza del producto.<sup>[1,2,3,4]</sup>

Jean Ribéreau-Gayon, profesor e investigador muy influyente en el conocimiento enológico, definía el vino como un producto natural que debe permanecer natural, alegando que, si el producto se altera, éste debe someterse a las acciones y tratamientos necesarios que le permitan subsistir.<sup>[2,3,4]</sup> Es esta filosofía la que se ha intentado seguir a lo largo de este trabajo, donde se ha estudiado la evolución de los vinos después de las estabilizaciones realizadas.





## 2. OBJETIVOS

Este Trabajo de Fin de Grado en Química tiene como objetivo principal estudiar la **estabilización tartárica y de materia colorante en un vino tinto joven y otro crianza**, buscando un método alternativo, con menor coste energético y menos “agresivo” que el procedimiento empleado hasta ahora, la *Estabilización por frío*.

Para llevar a cabo esta estabilización de manera efectiva y segura, se distinguen cuatro objetivos clave con los que alcanzar el objetivo principal:

- 1) **Determinar el efecto de distintos productos clarificantes en el vino blanco**, cuyo mayor contenido proteico permitirá la selección del clarificante más eficaz y reactivo a emplear en el vino tinto.
- 2) **Aplicar el clarificante seleccionado a vinos tintos físico-químicamente diferentes (joven y envejecido) para evaluar su efecto en la aparición de precipitados** debidos a la inestabilidad tartárica y colorante y en las características sensoriales.
- 3) ***Determinar el producto*** estabilizante más adecuado a las características del vino en función de si es un vino joven o crianza.
- 4) ***Comparar el efecto de Estabilización Química con la estabilización por frío (habitualmente empleada en la Bodega)*** a fin de definir el método más efectivo y menos agresivo, a nivel aromático y gustativo, para el vino objeto de estudio.





### 3. FUNDAMENTO TEÓRICO

#### 3.1. Fenómenos coloidales

El conocimiento de los fenómenos coloidales es de gran importancia a la hora de llevar a cabo el proceso de limpieza y estabilización del vino, ya que la formación de turbios y su grado de inestabilidad responden a propiedades coloides.

Los coloides son partículas entre 1 nm y 1  $\mu\text{m}$  visibles al ultramicroscopio y pueden atravesar filtros, pero no ultrafiltros. Se conocen dos tipos de dispersiones coloidales:

- “**Coloides micelares o hidrófobos**” formados por micelas o agregados de un gran número de moléculas simples y unidos por enlaces físicos de poca energía.
- “**Coloides macromoleculares o hidrófilos**” formados por partículas de mayor tamaño, en los cuáles únicamente intervienen los enlaces químicos covalentes, poseyendo una carga eléctrica procedente de la disociación de las funciones ácidas o básicas que contienen. Ejemplo de este tipo de coloides son las proteínas y polisacáridos.

La estabilidad de estas suspensiones depende de la existencia de cargas eléctricas, que producen una repulsión entre las partículas. Si estas cargas disminuyen o se anulan, se produce su aglomeración y, por tanto, la floculación del coloide seguida de su precipitación y sedimentación. <sup>[1,5,6,7,8]</sup>

#### 3.2. Técnicas de limpieza. Clarificación por encolado.

La clarificación por encolado, filtración y centrifugación son **técnicas de limpieza denominadas “separativas”**. En la clarificación las sustancias que contiene el vino en suspensión se eliminan con tecnología de carácter fisicoquímico; mientras que las otras dos se utiliza maquinaria de separación física como son los filtros y las centrifugas. <sup>[1,7]</sup>

La **clarificación por encolado** es una técnica de limpieza que consiste en añadir a un vino turbio o inestable, un coloide hidrófilo denominado clarificante o cola, que produce una desnaturalización de las proteínas por floculación y estas, al sedimentar son capaces de arrastrar las partículas en suspensión que originaban la turbidez. Además, en la clarificación de los vinos, se suelen añadir floculantes o sustancias adyuvantes que permiten o facilitan el proceso de la clarificación, y/o determinados aditivos que mejoran el resultado de la clarificación o que intervienen en la corrección de los vinos. <sup>[1,7,9,10,11,12]</sup>

Con la clarificación además de conseguir la limpieza de las partículas en suspensión, se puede favorecer la estabilización del vino por precipitación de ciertas sustancias coloidales, que con el tiempo o cuando el vino se somete a cambios físicos como la temperatura, pueden llegar a



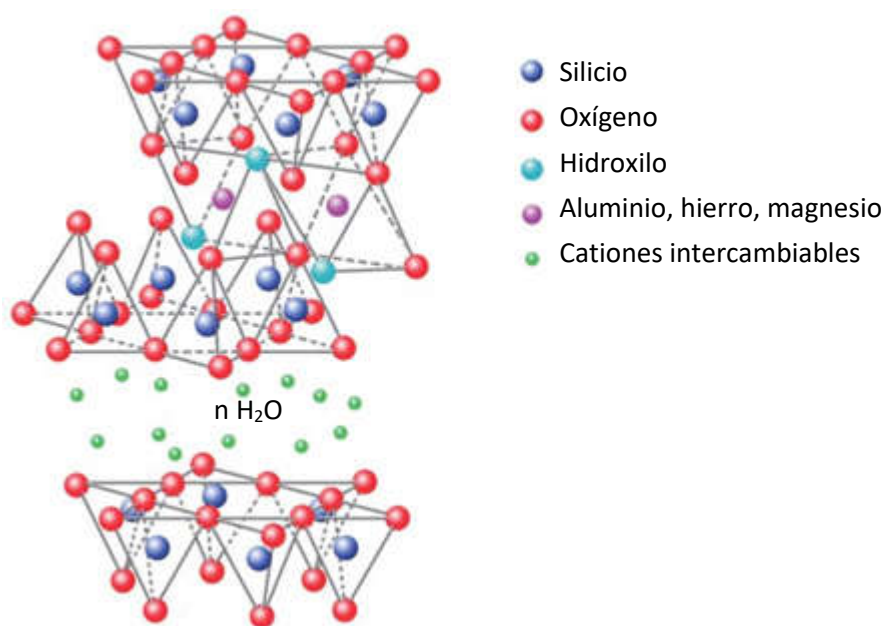


formar turbideces. Análogamente, este proceso también puede llegar a mejorar las *propiedades organolépticas de los vinos*, mediante la atenuación o eliminación de aromas defectuosos, ocasionando una reducción en el vino de compuestos volátiles aromáticos, cuya disminución depende del tipo de clarificante utilizado. <sup>[1]</sup> Del mismo modo la clarificación por encolado elimina en el vino los taninos reactivos con las proteínas, que presentan sensorialmente mayores sensaciones de aspereza y astringencia, aunque también reducen en parte la fracción de los taninos combinados con los polisacáridos de caracteres gustativos positivos. <sup>[1,11,12]</sup>

Existen numerosos productos clarificantes usados en enología, sin embargo, en la realización de este trabajo se ha considerado apropiado la utilización de bentonita como producto clarificante, por ser empleada habitualmente en Bodega Iniesta en el proceso de clarificación.

### **Propiedades y estructura de la bentonita**

La bentonita es una arcilla que procede de la descomposición de las cenizas volcánicas y se encuentra formada por silicatos de aluminio hidratados,  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ , pertenecientes a la familia de las montmorillonitas con presencia de magnesio y cationes intercambiables de calcio o sodio, diferenciando entre bentonitas sódicas o cálcicas. Su estructura es dioctaédrica (Figura 1), estando cada hoja compuesta por dos series de tetraedros, donde se intercalan octaedros. El espaciado entre las hojas, con ausencia de enlaces entre estas, le ofrece a la bentonita una serie de propiedades fisicoquímicas muy interesantes como es la capacidad de hinchamiento y una elevada capacidad de absorción de proteínas. <sup>[1,3,13,14,15]</sup>



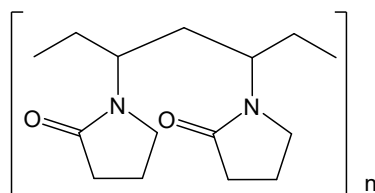
**Figura 1.** Estructura de la bentonita. <sup>[13]</sup>





Estas propiedades hacen que la bentonita sea perfecta para su uso como clarificante, ya que en una suspensión acuosa o en el vino forma una dispersión coloidal de carga eléctrica negativa que puede hacer descargar a las proteínas, las cuales al pH del vino presentan carga eléctrica positiva. De esta manera, se produce una floculación mutua entre los dos coloides, seguida de su sedimentación. <sup>[1,14,15]</sup>

Habitualmente, en el proceso de clarificación, la bentonita se suele mezclar con gelatina, de carga positiva al pH del vino, para eliminar los restos de bentonita. Además, este producto de origen animal ayuda también a la eliminación de los taninos más reactivos y astringentes, mejorando sensorialmente el vino. <sup>[1,13,14,15]</sup> En Bodega Iniesta, adicionalmente, se emplea el uso de polivinilpolipirrolidona, PVPP, un producto sintético cuya estructura se muestra en la Figura 2, que se usa para decolorar y quitar astringencias, pero sobre todo para la eliminación de los compuestos de naturaleza polifenólica oxidados. <sup>[1,16]</sup>



**Figura 2.** Estructura de la polivinilpolipirrolidona, PVPP.

Una vez concluida la clarificación de los vinos, en caso de que esta se haya llevado a cabo, los **sistemas de filtración o centrifugación** logran alcanzar un eficaz resultado en cuanto a la consecución de la total limpidez de los vinos. Sin embargo, nunca son garantía de una total estabilización de los mismos, pues posteriormente a la filtración se puede producir un enturbiamiento o insolubilización producidas por diversas causas, siendo entonces preciso utilizar métodos de estabilización. <sup>[1]</sup>

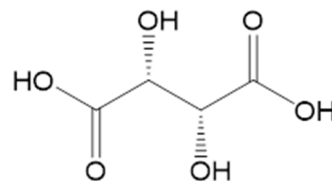
### **3.3. Técnicas de estabilización tartárica y de materia colorante**

Los antocianos de los vinos tintos extraídos del hollejo durante la fermentación alcohólica se estabilizan por combinación con otras sustancias en la etapa de conservación o de crianza. Sin embargo, con el paso del tiempo o cambios bruscos en las condiciones de conservación, estos antocianos pueden transformarse en coloides, y precipitar formando sedimentos compactos de color oscuro, en lo que se conoce como **quiebra de color, hidrolásica o precipitación de materia colorante**. Como medida preventiva, la clarificación por encolado favorece la precipitación de materia colorante evitando que esta se produzca más adelante en su embotellado, aunque no es determinante. <sup>[1,7,17,18,19]</sup>





Por otro lado, el ácido L-tartárico, uno de los ácidos mayoritarios de los vinos, puede insolubilizarse parcialmente por la presencia de los cationes calcio y potasio, formando al pH del vino, las **sales de bitartrato potásico y tartrato cálcico**. Durante la conservación de los vinos y especialmente durante el invierno, debido a su enfriamiento, se produce una insolubilización espontánea de estas sales precipitando en forma de cristales, las cuales pueden eliminarse posteriormente con el filtrado antes de ser embotellados. Sin embargo, una cantidad suficiente de estas sales puede permanecer en disolución en los vinos, produciéndose nuevas precipitaciones cuando las condiciones lo favorezcan, especialmente cuando bajan las temperaturas, incluso una vez que el vino ya ha sido embotellado. <sup>[1,7,20,21]</sup>



**Figura 3.** Ácido L-tartárico.

En la actualidad la presencia de sedimento de tartratos y de materia colorante en el vino comienza a ser tolerada por los aficionados al vino, entendiéndose que su presencia es natural,<sup>[1]</sup> aunque en general esta no es admitida por los consumidores, lo que supone un **inconveniente comercial** que puede ser evitado con un tratamiento de estabilización oportuno aplicado antes del embotellado. Entre los tratamientos que pueden aplicarse la **Estabilización por frío** es una de las técnicas actualmente más utilizada, especialmente y hasta el momento en Bodega Iniesta, aunque existen otras formas de estabilización mucho menos agresivas como la **Estabilización Química**.

### **3.3.1. Estabilización por frío**

La **Estabilización por frío** es una técnica de imitación a la autoestabilización que sufren los vinos cuando los tartratos y la materia colorante se insolubilizan con los rigores del invierno. Esta consiste en someter al vino durante un periodo de tiempo, habitualmente de unos siete o diez días, a un proceso de estabilización por frío en un depósito isoterma donde se enfría a temperaturas negativas cercanas a su punto de congelación, entre -4 y -6 °C. <sup>[1,3,7,22,23]</sup>

Sin embargo, este tratamiento resulta muy “agresivo” para el vino especialmente por tres motivos: <sup>[1,23]</sup>

- Dado que existe una relación directa entre la solubilidad del oxígeno y las bajas temperaturas, al enfriar el vino a unas temperaturas tan bajas se produce una mayor disolución de oxígeno en el vino, lo que se traduce en un **aumento de la oxidabilidad de los vinos**. Esto supone un importante inconveniente por si se







inician reacciones de oxidación las cuales llevarán a una pérdida de calidad de aromática y de color de los vinos.

- Desde el punto de vista coloidal, la estabilización supone la **pérdida de una gran parte de coloides** que están disueltos en el vino y que contribuyen aportando sensaciones sensoriales positivas, sobre todo a nivel gustativo, como es el aumento de volumen y estructura en boca.
- Además, se produce la **precipitación de ácidos**, lo que ocasiona un ligero descenso de la acidez total del vino, cuya consecuencia es una ligera pérdida de longevidad en los vinos.

Además, la estabilización en frío requiere una gran inversión en depósitos isoterms, y conlleva un importante gasto energético debido a la necesidad de enfriar el vino a temperaturas próximas a su punto de congelación.<sup>[1,22,23]</sup> Por otro lado, requiere de mayor tiempo para la preparación del embotellado de un vino, pues se necesita un periodo de unos siete o diez días con los vinos a bajas temperaturas para lograr la estabilización. Este último factor puede resultar muy importante cuando se trata de una bodega con alto volumen de embotellado, como es el caso de Bodega Iniesta.

### 3.3.2. *Estabilización Química*

Los numerosos inconvenientes de la *Estabilización por frío* hacen que actualmente se estén buscando otras alternativas para llevar a cabo este proceso, como la ***Estabilización Química*** del vino, entendiendo por esta la utilización de preparados químicos comerciales, enfocándonos principalmente en este trabajo a la estabilización tartárica y de materia colorante.<sup>[1,23]</sup>

La presencia de coloides hidrófilos o macromoleculares en un medio, pueden impedir la precipitación de otros coloides hidrófobos o micelares, denominándose entonces los primeros como “**coloides protectores**”. Este es el caso de las manoproteínas, la carboximetilcelulosa y la goma arábica, compuestos con los que actualmente se está estudiando en Bodega Iniesta para llevar a cabo esta *Estabilización Química*. El efecto protector se explica por una fijación de los coloides hidrófilos sobre la superficie de los coloides hidrófobos, rodeándolos en su totalidad, por lo que entonces permanecen estables en la solución.<sup>[1,5,6]</sup>

#### **Manoproteínas**

Las manoproteínas son proteoglucanos o glicoproteínas, componentes mayoritarios de la pared celular de las levaduras *Saccharomyces cerevisiae*, que contienen entre un 5-



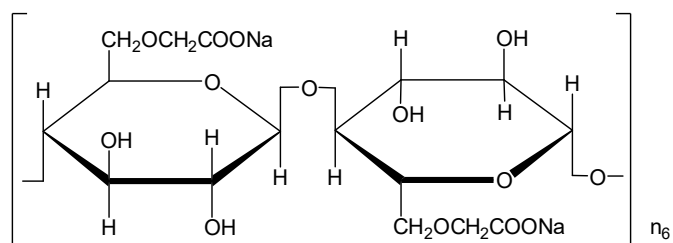


20% de porción peptídica y un 80-95% de cadenas del azúcar manosa. Los preparados comerciales de manoproteínas se obtienen por extracción de las paredes celulares de levaduras muertas. <sup>[1,3,7,23,24]</sup>

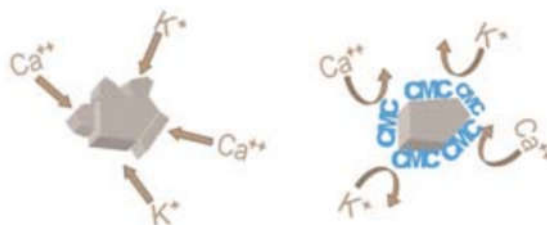
Las manoproteínas actúan como coloides protectores, impidiendo la agregación de ciertas moléculas, con lo que contribuyen a la estabilidad tartárica del vino por bloqueo de las reacciones de cristalización, pero también a la estabilización proteica y de materia colorante, gracias a su interacción con los taninos y proteínas del vino. Además, en los vinos tintos, las manoproteínas limitan la astringencia y aportan sensaciones de redondez y volumen en boca, gracias a la estabilización del color por asociación a los compuestos polifenólicos. <sup>[1,3,23,24,25,26]</sup>

### **Carboximetilcelulosa**

La goma de celulosa (carboximetilcelulosa o CMC) es una celulosa esterificada por grupos carboximetilos sobre los carbonos 6 y 2, inhibidora de la cristalización de tartratos y bitartratos. Su mecanismo de acción es todavía objeto de estudio, pero se cree que la carboximetilcelulosa se deposita sobre algunas caras de los cristales de tartratos nada más que estos comienzan a formarse, impidiendo que los iones potasio o calcio puedan hacer crecer el cristal. <sup>[1,27,28,29]</sup>



**Figura 4.** Molécula de carboximetilcelulosa.



**Figura 5.** Mecanismo de acción de la carboximetilcelulosa. <sup>[28]</sup>

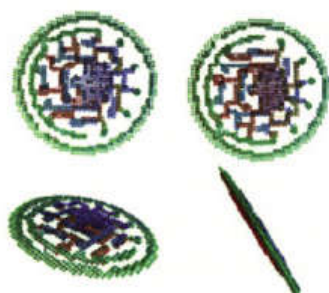
### **Goma arábica**

La goma arábica es una exudación natural gomosa que fluye del tronco y de las ramas del árbol Acacia de origen africano. Esta se encuentra formada por polisacáridos ricos

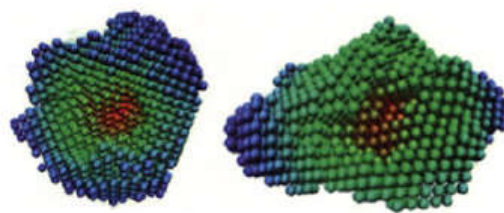




especialmente en galactosa y arabinosa, siendo sus dos componentes mayoritarios la arabinogalactana (AG) y arabinogalactana-proteína (AG-P), cuyas estructuras en forma de disco fino y en forma de corazón de alcachofa, respectivamente, determinan sus propiedades estabilizantes (Figura 6). Es el reducido espesor de estos componentes (inferior a 2 nm) el origen de la elevada capacidad adhesiva de la goma arábica sobre las superficies sólidas o las partículas en suspensión de las soluciones coloidales, confiriéndole así su **poder estabilizador frente a precipitaciones de materias colorantes**, y también frente a quiebras férricas y cuprosas. <sup>[1,7,23,30,31,32,33]</sup>



Arabinogalactana (AG).



Arabinogalactana-proteínas (AG-P).

Figura 6. Estructura de la goma arábica. <sup>[1]</sup>





## 4. MATERIALES

### 4.1. Vinos<sup>[34]</sup>

Todos los vinos utilizados en la realización de este trabajo han sido elaborados en Bodega Iniesta a partir de uvas cultivadas en los viñedos de su propiedad, bajo la Denominación de Origen Manchuela.

- **“Corazón Loco Blanco 2016”** mezcla de las variedades Sauvignon Blanc y Verdejo.
- **“Corazón Loco Tinto 2016”** mezcla de las variedades Tempranillo y Syrah.
- **“Finca Carril Hechicero 2013”** vino de crianza en barricas de roble francés y americano durante 12 meses, mezcla de las variedades Syrah, Petit Verdot, Tempranillo y Cabernet Sauvignon.
- **“Corazón Loco Premium 2013”** primer reserva de la Bodega Iniesta mezcla de las variedades Syrah, Petit Verdot y Cabernet Sauvignon, almacenado durante 18 meses en barricas de roble francés.



**Figura 7.** Vinos utilizados en la realización de este trabajo, de izquierda a derecha se muestran: “Corazón Loco Blanco 2016”, “Corazón Loco Tinto 2016”, “Finca Carril Hechicero 2013” y “Premium 2013”.<sup>[34]</sup>

### 4.2. Productos enológicos

#### ***Bentonitas***

- ***Microcol Alpha:*** bentonita sódica natural, microgranulada y con un alto poder absorbente para la estabilización proteica de mostros y vinos sobre un amplio espectro de pH.<sup>[35]</sup> Administrada por la casa comercial LAFFORT.
- ***Pluxbenton:*** bentonita sódica natural con alto poder desproteinizante, especialmente recomendada para la clarificación de vinos tintos de calidad, blancos y rosados.<sup>[36]</sup> Administrada por la casa comercial Enartis.
- ***Pluxcompact:*** bentonita sódico-cálcica activada con altísima capacidad de arrastre de flóculos y rápida compactación. Caracterizada comercialmente por ser





respetuosa organolépticamente y con el color, y es especialmente recomendada para la clarificación de vinos de calidad tintos, blancos y rosados.<sup>[37]</sup> Administrada por la casa comercial Enartis.

- **Performa:** bentonita sódica activada de alta calidad, caracterizada por su selectiva capacidad de adsorción, favoreciendo la estabilización proteica de los vinos, así como la eliminación de materia colorante inestable.<sup>[38]</sup> Administrada por la casa comercial SAS SOFRALAB.
- **Electra:** bentonita cálcica activada con gran poder desproteinizante indicada para la eliminación de las proteínas inestables de mostos y vinos.<sup>[39]</sup> Administrada por la casa comercial SAS SOFRALAB.

#### **Estabilizantes**

- **Stab Mega:** estabilizante tartárico y de color para vinos tintos, mezcla de carboximetilcelulosa, goma arábica y manoproteínas.<sup>[40]</sup> Administrado por la casa comercial Enartis.
- **Cellogum L:** estabilizante tártrico constituido por carboximetilcelulosa pura en disolución acuosa.<sup>[41]</sup> Administrado por la casa comercial Enartis.
- **Maxigum:** solución líquida de goma arábica estabilizante del color.<sup>[42]</sup> Administrado por la casa comercial Enartis.
- **Stabiverek:** solución líquida de goma arábica con un alto poder protector, estabilizante del color que además refuerza la acción contra precipitaciones tartáricas y previene las quiebras metálicas.<sup>[43]</sup> Administrado por la casa comercial VITEC.
- **Claristar:** manoproteínas extraídas de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* con acción instantánea en la estabilización de bitartrato de potasio.<sup>[44]</sup> Administrado por la casa comercial VITEC.

#### **4.3. Aparatos e instrumentación**

- Turbidímetro *HANNA instruments* modelo HI 93703 con un rango de medida entre 0.00 y 1.000 NTU
- Matraz Erlenmeyer de 200 ml
- Tubo centrífuga 100 ml “forma de pera” graduado (Figura 8)
- Baño de agua con regulador digital OSAKA OK 512
- Congelador con sensor digital
- Balanza digital



**Figura 8.** Tubo centrífuga “forma de pera”.





- Botellas de vino de 500 ml de capacidad
- Vasos de precipitados de 50 y 100 ml
- Vasos de plástico
- Pipetas automáticas ajustables de 2 a 10 ml y de 10 a 50 ml
- Filtros de membranas poro 0.65 micras
- Jeringuilla de 60 ml

*Nota: Para la realización de este trabajo ha resultado indispensable el uso de un espectrofotómetro UV-vis con el que realizar medidas para la intensidad colorante, sin embargo, y debido a la indisponibilidad de este dentro del laboratorio, dichas medidas se han llevado a cabo por un laboratorio externo asociado a la bodega.*

*Por otro lado, para la Estabilización por frío también se precisa de personal y material apropiado, depósitos isoterms, etc.; por lo que este proceso ha sido completado por el personal de la Bodega haciendo uso de las instalaciones disponibles dentro de ella.*







## 5. MÉTODO EXPERIMENTAL

En la clarificación y la estabilización de los vinos se ven involucrados numerosos factores que hacen que resulte imposible determinar de una manera teórica las dosis de los clarificantes y estabilizantes.<sup>[1]</sup> Esto obliga a la realización de ensayos previos de laboratorio, donde se pretende determinar la dosis más exacta, tras los cuales se hace posible la ejecución en bodega a fin de obtener los mejores resultados. Sin embargo, antes de llevar a cabo la realización de los ensayos oportunos es necesario elegir los productos más adecuados, en función del estudio de las propiedades de nuestro vino y de las propiedades de los clarificantes y estabilizantes disponibles.<sup>[1,7,23]</sup> Por este motivo, inicialmente, se han realizado numerosas pruebas con distintos tipos de clarificantes en vino blanco; ya que los vinos blancos tienen cantidades más importantes de proteínas naturales en comparación con los vinos tintos donde estas condensan con los taninos.

Debemos considerar, además, que reproducir a pequeña escala las condiciones de los vinos almacenados en grandes depósitos no es posible, por lo que este factor no debe perderse a la hora poner en práctica los ensayos oportunos, así como en la evaluación de sus resultados.<sup>[1]</sup>

Por otro lado, resulta muy importante la búsqueda de las dosis mínimas de colas y floculantes en los ensayos de clarificación, a fin de alterar en menor medida las características organolépticas de los vinos.

### 5.1. Evaluación del grado de inestabilidad proteica en vinos blancos

Con el **objetivo de ver el comportamiento de varias bentonitas comerciales** se han realizado una serie de pruebas sobre vino blanco, el cuál gracias a su mayor contenido proteico permitirá comparar de manera mucho más significativa el comportamiento de los distintos clarificantes. Estas clarificaciones se llevarán a cabo empleando diversas concentraciones de varios productos en varias muestras del vino “Corazón Loco Blanco” añada 2016 todavía almacenado en los depósitos de acero inoxidable de la bodega. Una vez completadas las clarificaciones, se evaluará la inestabilidad proteica del vino mediante el **Test del Calor**, permitiéndonos así **observar la efectividad y reactividad de dichos clarificantes seleccionando cuál usaremos para el vino tinto**. Se dejará además una muestra de vino sin clarificar para usarla como muestra testigo, comparando así el grado de inestabilidad una vez clarificado con cada uno de los productos.

#### 5.1.1. *Clarificación del vino blanco con la bentonita objeto de estudio*

##### 1. **Activación de la bentonita**

La utilización de bentonitas exige un protocolo previo de preparación en el que llevar a cabo la activación de estas mediante su hidratación. A nivel de bodega, es





necesario la utilización de mayores cantidades de bentonita, por lo que esta se hincha en agua a razón de 0.5 a 1.5 kg de bentonita por 10 litros de agua.<sup>[1]</sup> En este caso, se realizará a razón de 0.75 kg por 10 litros de agua, para lo que se pesan 3 g de cada bentonita y se diluyen en 40 ml de agua. Durante este tiempo se agita de forma continua para evitar la formación de grumos, y a continuación la bentonita se mantiene en reposo hidratándose durante 24 horas.

## **2. Adición del clarificante al vino**

En una botella de 500 ml de capacidad, llena con el vino seleccionado para llevar a cabo este análisis, se añade el correspondiente volumen de la disolución preparada anteriormente hasta conseguir la concentración de bentonita deseada en el vino. Después de la adición, será necesario agitar enérgicamente la botella; facilitando así la atracción electrostática entre las proteínas naturales del vino (de carga positiva al pH del vino) y la bentonita (de carga electronegativa), y con ello, su eliminación.<sup>[1]</sup> La muestra se deja en completo reposo durante 7 días efectivos, pasados los cuales se considera completa la clarificación, ya que se estima el tiempo necesario para que se produzca la floculación de las proteínas, así como su sedimentación.

## **3. Trasiego**

Una vez completada la clarificación, el vino limpio se trasiega, con ayuda de un tubo de goma, a una botella de vino de 500 ml completamente limpia y seca, con cuidado de no remover y arrastrar en esta operación la materia ya sedimentada.

### **5.1.2. Evaluación de la inestabilidad proteica – Test del calor.**<sup>[45,46]</sup>

#### **1. Filtración de las muestras**

El vino clarificado y limpio se filtra con ayuda de una jeringuilla por una membrana de 0.65  $\mu\text{m}$  –se recomienda cambiar esta cuando comience a hacerse notable la colmatación del filtro, ya que en caso de ruptura la filtración deberá realizarse de nuevo desde el principio–. El filtrado se recoge en matraces Erlenmeyer de 200 ml, apartando una pequeña cantidad de producto en tubos de ensayo a los que se les etiqueta con  $t_0$ , haciendo referencia al momento inicial tras el filtrado.

#### **2. Precipitación de las proteínas inestables por golpe térmico**

El matraz con la muestra se calienta en un baño de agua a 82° C, durante 32 minutos, e inmediatamente se introduce durante una hora en un congelador a -18° C. Transcurrido ese tiempo, las muestras se dejan atemperar, consiguiendo como resultado la precipitación de las proteínas.





### 3. **Medición de la turbidez**

El aspecto turbio de los líquidos se debe a la presencia de partículas en suspensión, que interceptan la radiación luminosa que procede de una dirección y la refleja en otras direcciones diferentes, haciéndolos tomar un aspecto opaco y turbio. La *evaluación de la limpidez* o en su defecto de la turbidez, puede hacerse mediante diversos sistemas, como es la medición mediante un **aparato turbidímetro o nefelómetro**, que mide de manera objetiva la luz difusa en una dirección determinada, expresándose los resultados en NTU (nephelometric turbidity units). Por ello, en un turbidímetro debidamente calibrado se mide la turbidez de la muestra justo después del filtrado ( $t_0$ ) y una vez se ha forzado la precipitación de las proteínas por golpe térmico ( $t_1$ ), realizando tres réplicas en cada medida.

### 4. **Interpretación del resultado**

Se evalúa la diferencia de turbidez entre  $t_1$  y  $t_0$ , considerando estables aquellos cuya diferencia ( $t_1 - t_0$ ) sea inferior a 2 NTUs, como se han realizado tres réplicas en cada caso, el resultado se expresará como la media de estas y dos veces su desviación estándar.

Además, puede estudiarse la eficacia de la clarificación como:

$$\text{Eficacia de la clarificación (\%)} = \left( 1 - \frac{\text{Turbidez muestra}}{\text{Turbidez testigo}} \right) \cdot 100 \quad [1]$$

## 5.2. **Evaluación del grado de inestabilidad tartárica y materia colorante en vinos tintos**

A partir de las pruebas clarificantes en el vino blanco, observando qué bentonita es la más eficaz y reactiva, se llevará a cabo la **clarificación y filtración del vino tinto con esta bentonita**, aunque trabajando en menor dosificación, pues como ya se ha visto los vinos tintos son menos inestables proteicamente.

Antes de llevar a cabo su clarificación, se realizarán diferentes clarificaciones en el laboratorio, y se decidirá sensorialmente la dosis de clarificante y de gelatina, para eliminar los restos de bentonita, mediante una *cata a ciegas*. Posteriormente, una vez clarificado y filtrado el vino tinto, se analizará la inestabilidad tartárica y de materia colorante, cuyos resultados permiten decidir si es preciso o no llevar un proceso de estabilización en el vino.

### 5.2.1. **Análisis sensorial después de la clarificación y el filtrado. Cata a ciegas**

Las muestras de vino, una vez clarificadas, se filtran con una membrana de 0.65 micras y se analizan sensorialmente por personal experto mediante una *cata a ciegas*. En ella





todas las muestras deben marcarse o numerarse adecuadamente, y posteriormente, taparse y rotar de posición para evitar reconocer de qué muestra se trata. Cada catador debe anotar los resultados de la cata, y estos finalmente se pondrán en común para realizar una valoración global, que será la que se tomará por concluyente.

#### **5.2.2. Evaluación del grado de inestabilidad tartárica y de materia colorante. Test de frío**

Al vino clarificado y filtrado, se le evaluará la inestabilidad vino tinto mediante el **Test de frío**, con **medida de la intensidad colorante** antes y después de éste.

A raíz de los resultados, si el vino es inestable se evaluarán los estabilizantes a utilizar y su dosificación para la *Estabilización Química*: en función de las características del vino, de la dosis recomendada por los fabricantes y en base a la experiencia adquirida por los enólogos de la bodega. Análogamente, se realizará una *Estabilización por frío* que nos permita, más adelante, comparar sensorialmente los resultados obtenidos en la *Estabilización Química* y en la *Estabilización por frío*.

En el fundamento teórico de la *Estabilización Química*, se ha visto como las formaciones de cristales en el caso de las inestabilización tartárica y la formación de materia colorante coloidal, pueden inhibirse por diversas moléculas coloidales. En el proceso de estabilización del vino tinto, la adición de estos compuestos estabilizantes debe realizarse a una temperatura superior a 12 °C, llevando a cabo una buena homogeneización del producto con el vino y posteriormente esperar a que éste recupere los valores de filtrabilidad próximos a los iniciales. Una vez realizada la operación de estabilización, se evaluará nuevamente su estabilidad realizando nuevamente el Test de frío, y con la posterior medida de la intensidad colorante para evaluar la estabilidad del color.

#### **Test de frío**<sup>[45,47]</sup>

Introducir cuantitativamente 100 ml de la muestra de vino a analizar en un tubo centrífuga con “forma de pera” como el mostrado en la Figura 8. El tubo se sella con ayuda de *Parafilm* y se asegura su estabilidad introduciéndolo en un vaso de precipitados con capacidad suficiente o en una rejilla para tubos de ensayo. A continuación, el matraz se introduce en un congelador, previamente adecuado con una sonda para el control estable de la temperatura a una temperatura aproximada de -5 °C (controlando que la oscilación de la temperatura se encuentre en todo momento entre el intervalo de -4 y -6 °C), donde se mantiene por un periodo de 6 días.





### **Test de frío rápido**<sup>[45,47]</sup>

El procedimiento a realizar es análogo al anterior, pero en este caso la muestra se mantiene 24 horas en un congelador a una temperatura estable entre los -19 y -17 °C, cuidando de que no llegue nunca a la congelación.

En ambos Test, después de sacar la muestra del frío se deja atemperar y se realiza la evaluación visual del precipitado, valorando su naturaleza y cuantificando la cantidad.

**Un vino tinto será estable si el precipitado es inferior al 0.40 %.**

### **Medición de la Intensidad Colorante**<sup>[45,47]</sup>

La Intensidad Colorante, IC, es parámetro determinado mediante Espectrofotometría UV-VIS que se corresponde con la suma de las absorbancias del vino, en una cubeta de 1 cm de espesor, correspondientes a las longitudes de onda de 420 nm, 520 nm y 620 nm:

$$IC = A_{420} + A_{520} + A_{620}$$

Para determinar cuantitativamente si existe color inestable, se realiza la medida de la intensidad colorante en un espectrofotómetro UV-VIS del vino testigo ( $IC_0$ ), es decir, antes de someterlo al Test de Frío, y una vez que se ha sometido a este ( $IC_1$ ). **Un vino es estable en materia colorante si:**

$$IC_0 - IC_1 \leq 10 \%$$

### **Interpretación del resultado**

Para comprobar la eficacia de la *Estabilización Química* en la estabilización del porcentaje de precipitado de materia colorante y cristales tártricos, los resultados obtenidos para el Test de frío antes de llevar a cabo la estabilización (valor testigo) y aquellos obtenidos con cada prueba estabilizante (valor muestra), se expresarán como eficacia porcentual de la estabilización conforme a la siguiente ecuación:

$$\text{Eficacia de la estabilización (\%)} = \left( 1 - \frac{\text{Valor muestra}}{\text{Valor testigo}} \right) \cdot 100 \quad [2]$$

Análogamente, se evaluará la eficacia de estabilización de la materia colorante, aplicando la misma ecuación para la diferencia de *Intensidad Colorante*.





### 5.2.3. *Test de conservación*<sup>[45]</sup>

Una vez se ha conseguido la estabilización tartárica y de materia colorante, los resultados pueden comprobarse analizando los precipitados obtenidos. Una opción para llevar a cabo esta verificación es realizar el Test de conservación, donde los vinos, por un lado, solamente clarificados y filtrados y por otro, ya estabilizados con los productos seleccionados en el punto anterior, se mantienen a una temperatura de -5 °C durante una semana. Transcurrido este periodo de tiempo, los diferentes vinos se filtran con una membrana de 0.65 µm con el objetivo de recoger los precipitados formados durante este tiempo y estudiarlos.

### 5.2.4. *Estabilización por frío versus Estabilización Química. Cata a ciegas*

Finalmente, y siguiendo el objeto de estudio de este trabajo, para aquellos vinos que hayan precisado una estabilización de materia colorante y tartárica, y a los que se les haya aplicado un proceso de ***Estabilización por frío*** y ***Estabilización Química*** será necesario llevar a cabo una evaluación comparativa de sus resultados.

Dado que el método más habitual, actualmente en Bodega Iniesta, para llevar a cabo la estabilización tartárica y de materia colorante es la *Estabilización por frío*; se tiene optimizado y controlado el proceso en relación su capacidad para la estabilización de los vinos. Es por esto que la *Estabilización por frío*, se utilizará para evaluar los resultados obtenidos por la *Estabilización Química*. Además, el **análisis sensorial** de los vinos estabilizados por ambos métodos va a ser muy importante para evaluar a nivel aromático y gustativo las diferencias obtenidas entre ambas estabilizaciones. De esta forma, una vez conseguida la estabilización del vino por frío y químicamente, se llevará a cabo una cata a ciegas, siguiendo las mismas instrucciones de cata marcadas en el apartado 5.2.1.







## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Pruebas de clarificación y evaluación de la estabilidad proteica en vinos blancos

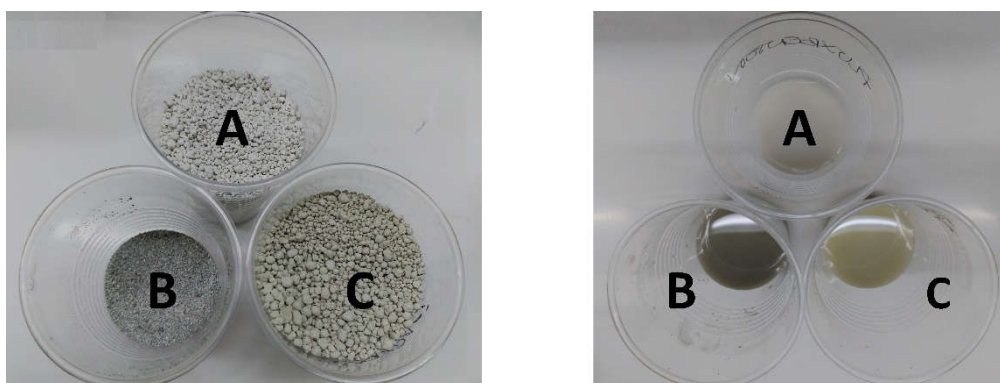
#### 6.1.1. *Clarificación y evaluación de la estabilización proteica en el vino blanco con las bentonitas Microcol, Pluxbenton y Pluxcompact*

##### Clarificación

Siguiendo el procedimiento descrito en el apartado 5.1. *Evaluación del grado de inestabilidad en vinos blancos*, el día 16 de febrero de 2017, se clarificó una misma partida de este vino con tres bentonitas diferentes: **Microcol**, **Pluxcompact** y **Pluxbenton**.

##### **1. Activación de las bentonitas**

La hidratación de las bentonitas se ha de realizar en este caso a razón de 0.75 kg por 10 litros de agua, para lo que se han pesado 3 g de cada bentonita en la balanza electrónica disponible en el laboratorio, diluyendo cada una de estas en 40 ml de agua y agitando lentamente, en lo que se han denominado *disolución A*, *disolución B* y *disolución C*, para las bentonitas Pluxbenton, Microcol y Pluxcompact, respectivamente. Estas disoluciones se dejaron en reposo hidratándose durante 24 horas.



**Figura 9.** En la izquierda se muestran las tres bentonitas sin hidratar y a la derecha estas mismas tras 24 horas de hidratación. Se han denominado bajo las letras A, B y C a las bentonitas Pluxbenton, Microcol y Pluxcompact, respectivamente.

##### **2. Adición del clarificante al vino**

En nueve botellas de 500 ml de capacidad, llenas con el vino seleccionado para llevar a cabo este análisis, se han añadido distintos volúmenes de las tres disoluciones anteriores hasta llegar a concentraciones 40 g/hl, 60 g/hl y 80 g/hl para cada una de las bentonitas, de forma que, para la primera de ellas, el volumen de disolución necesario sería:





$$\frac{40 \text{ g bentonita}}{\text{hl vino}} \cdot 500 \text{ ml vino} \cdot \frac{10^{-5} \text{ hl}}{1 \text{ ml}} = 0.2 \text{ g bentonita}$$

$$0.2 \text{ g bentonita} \cdot \frac{40 \text{ ml disolución A}}{3 \text{ g bentonita}} = 2.66 \text{ mL disolución A}$$

[3]

Las adiciones se han realizado con una pipeta automática de 2 a 10 ml, ajustable con incrementos de 0.05 ml, de forma que los volúmenes adicionados se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Volúmenes empleados para la clarificación de cada una de las muestras.

Concentración de bentonita (g/hl)	Bentonita (gramos)	Volumen de la disolución (ml)
40	0.2	2.65
60	0.3	4.00
80	0.4	5.35

Y de igual forma, se ha procedido para las disoluciones B y C, agitando enérgicamente todas las botellas una vez se han completado las adiciones (Figura 10).



**Figura 10.** Clarificaciones realizadas con las bentonitas Pluxbenton (imagen izquierda), Microcol (imagen central) y Pluxcompact (imagen derecha) en concentraciones para cada una de 40, 60 y 80 g/hl.

Por otro lado, se ha extraído del mismo depósito de vino una muestra testigo que permita observar la *sedimentación espontánea* del vino en contraposición a la clarificación con las distintas bentonitas. Las diez muestras se han dejado en completo reposo, en un espacio relativamente oscuro dentro del propio laboratorio, observando





que pasadas tan sólo unas horas ya se había producido la sedimentación de gran cantidad de compuesto y proteínas para todos los casos, excepto para la muestra testigo. Así mismo, se percibió un comportamiento diferente para las muestras clarificadas con la bentonita Pluxbenton; compárense las Figuras 11 y 12, donde se observa cómo en la primera de ellas, conforme se aumenta la dosis de bentonita aumenta la cantidad de sedimento, mientras que, en la segunda de ellas, en la ampliación puede verse con facilidad como la mayor sedimentación se produce para una concentración de producto de 60 g/hl.



**Figura 11.** Clarificación para el vino “Corazón Loco Blanco” pasadas dos horas de la adición de las bentonitas Pluxcompact (imagen izquierda) y Microcol (imagen derecha).



**Figura 12.** Clarificación para el vino “Corazón Loco Blanco” pasadas dos horas de la adición de la bentonita Pluxbenton.

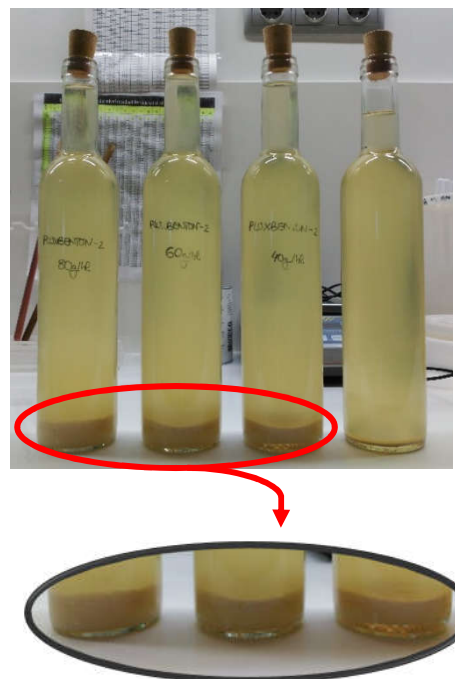
Para comprobar que no se trataba de un error técnico se realizó una nueva clarificación con la bentonita Pluxbenton sobre tres muestras del mismo vino, utilizando el





procedimiento descrito anteriormente y en las mismas concentraciones (40, 60 y 80 g/hl).

Los resultados de esta réplica pueden observarse en la Figura 13 – apréciase cómo en este caso las adiciones, al contrario que en las imágenes superiores, se muestran de forma decreciente de izquierda a derecha – donde, aunque no de una forma tan evidente como en la imagen superior, debido a que el sedimento no es completamente homogéneo por las paredes de la botella, puede observarse como la muestra que más sedimento presenta es aquella con una concentración de bentonita Pluxbenton de 60 g/hl. Por lo que se han tomado como muestras válidas las iniciales y se ha determinado que dicha bentonita, caracterizada comercialmente por combinar su capacidad clarificante con una óptima acción desproteneizante, presenta un alto poder para eliminar por completo en dosis inferiores aquellas proteínas que es capaz de atraer electrostáticamente.



**Figura 13.** Segunda clarificación con la bentonita Pluxbenton en el vino “Corazón Loco Blanco”, en concentraciones 80, 60, 40 y 0 g/hl de izquierda a derecha.

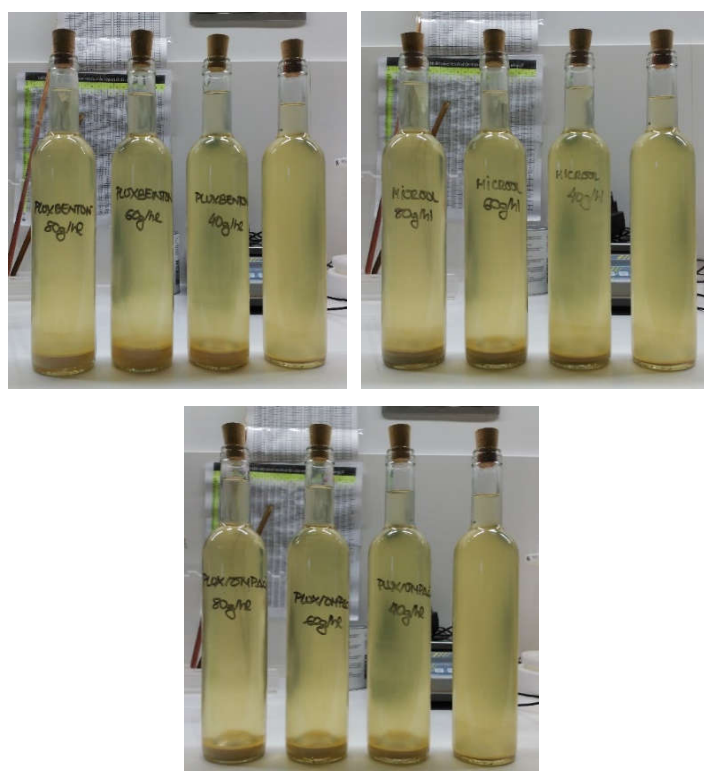
Así mismo, se han comparado de forma visual los sedimentos de las muestras para una misma concentración (Figura 14), siendo dicha comparativa compleja de seguir debido a la poca uniformidad del sedimento sobre las paredes de la botella, mismo motivo que en la figura anterior. A pesar de esto, puede deducirse un mayor sedimento para la bentonita Pluxbenton a concentraciones de 40 y 60 g/hl en comparativa con las otras dos bentonitas, mientras que a concentración de 80 g/hl el sedimento obtenido es prácticamente similar para las tres bentonitas. Por lo que a priori podría deducirse un mayor poder clarificante para la bentonita Pluxbenton, algo que sin embargo, tendremos que comprobar más adelante.





**Figura 14.** Clarificaciones realizadas con las bentonitas Microcol, Pluxbenton y Pluxcompact en concentraciones de estas 40 g/hl (imagen izquierda), 60 g/hl (imagen central) y 80 g/hl (imagen derecha).

Pasadas 24 horas se ha seguido la evolución de las muestras, observando cómo el vino empieza a limpiarse en su parte superior, y es a los cuatro días cuando el vino parece limpio (Figura 15).



**Figura 15.** Clarificación para el vino “Corazón Loco Blanco” pasados 4 días efectivos desde la adición de las bentonitas Pluxbenton (imagen izquierda superior), Microcol (imagen derecha superior) y Pluxcompact (imagen inferior) en concentraciones de estas 80, 60 y 40 g/hl frente a la muestra testigo.







### 3. *Trasiego*

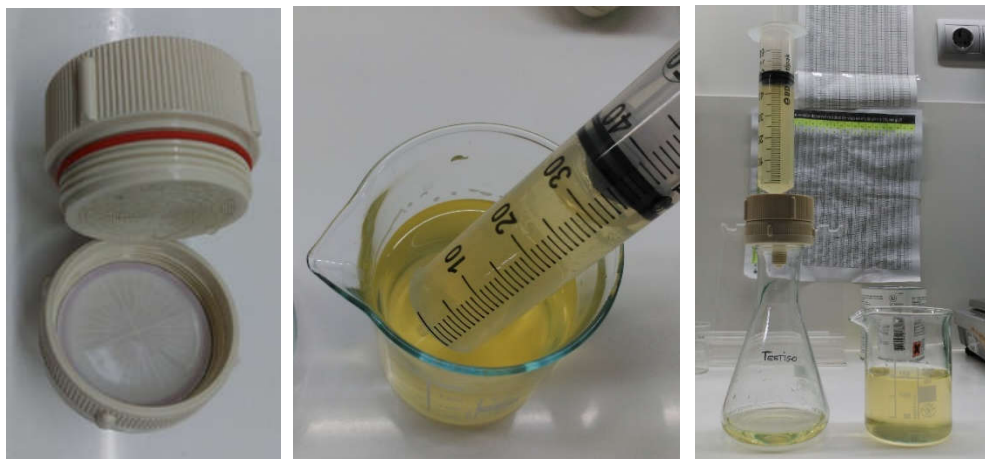
El día 23 de febrero, tras siete días desde de la adición de las bentonitas, el vino limpio de las nueve muestras y de la testigo, se ha trasegado a diez nuevas botellas siguiendo el procedimiento descrito en la metodología.

#### Evaluación de la inestabilidad proteica – Test del calor

La evaluación de la inestabilidad proteica se ha realizado mediante el Test del calor, siguiendo el procedimiento descrito en la metodología, para ello se realizaron las siguientes operaciones

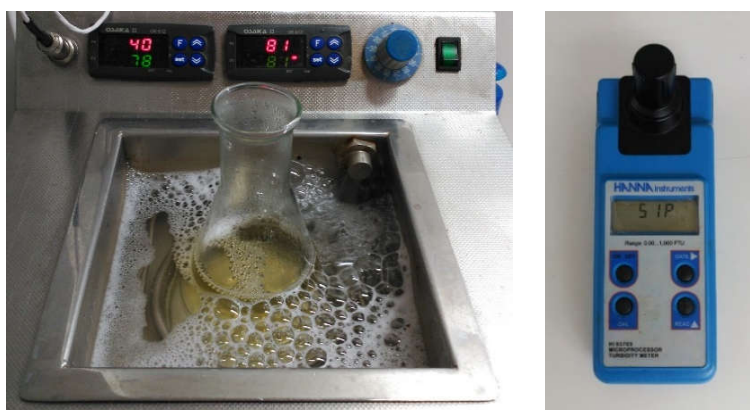
##### 1. *Filtración de las muestras*

Las 10 muestras trasegadas fueron filtradas por filtros de 0,65  $\mu\text{m}$ , tal y como se muestra en la Figura 16.



**Figura 16.** Filtrado de las muestras con una membrana de 0.65 micras.

##### 2. *Precipitación de las proteínas inestables por golpe térmico y medición de la turbidez*



**Figura 17.** Precipitación de las proteínas y medición de la turbidez.







### 3. Interpretación del resultado

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos para el Test del Calor con las bentonitas seleccionadas:

**Tabla 2.** Resultados del Test del Calor para la clarificación con las bentonitas Microcol, Pluxbenton y Pluxcompact en concentraciones 40, 60 y 80 g/hl.

	Turbidez $t_0$ (NTU)	Turbidez $t_1$ (NTU)	Turbidez $t_1 - t_0$ (NTU)	Inestabilidad proteica (NTU)
<b>Testigo</b>	4.97	38.30	33.33	33.29 $\pm$ 0.08
	5.02	38.27	33.25	
	5.03	38.33	33.30	
<b>Microcol 40 g/hl</b>	1.21	24.84	23.63	23.60 $\pm$ 0.05
	1.25	24.83	23.58	
	1.20	24.79	23.59	
<b>Microcol 60 g/hl</b>	0.61	17.12	16.51	16.49 $\pm$ 0.09
	0.61	17.13	16.52	
	0.62	17.06	16.44	
<b>Microcol 80 g/hl</b>	1.40	15.87	14.47	14.49 $\pm$ 0.05
	1.38	15.86	14.48	
	1.39	15.91	14.52	
<b>Pluxbenton 40 g/hl</b>	0.75	18.27	17.52	17.52 $\pm$ 0.01
	0.72	18.23	17.51	
	0.75	18.27	17.52	
<b>Pluxbenton 60 g/hl</b>	0.52	19.43	18.91	18.90 $\pm$ 0.05
	0.52	19.43	18.91	
	0.52	19.39	18.87	
<b>Pluxbenton 80 g/hl</b>	2.01	23.25	21.24	21.25 $\pm$ 0.08
	1.99	23.29	21.30	
	2.04	23.26	21.22	
<b>Pluxcompact 40 g/hl</b>	0.32	25.22	24.90	24.88 $\pm$ 0.03
	0.32	25.19	24.87	
	0.35	25.22	24.87	
<b>Pluxcompact 60 g/hl</b>	0.46	30.79	30.33	30.36 $\pm$ 0.06
	0.46	30.82	30.36	
	0.44	30.83	30.39	
<b>Pluxcompact 80 g/hl</b>	0.37	23.01	22.64	22.64 $\pm$ 0.06
	0.38	22.99	22.61	
	0.37	23.04	22.67	

Se observa como en todos los casos, ninguna de las muestras es estable con esta clarificación, pues para ninguna el grado de inestabilidad proteica es inferior a 2



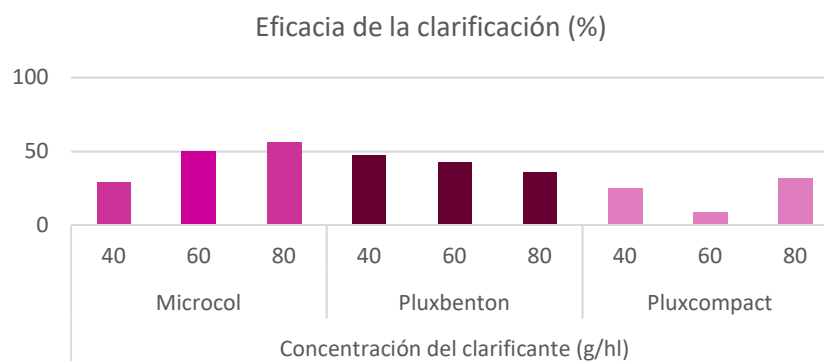


NTU. Y, por tanto, pesar de la apreciación visual que nos ofrecía el precipitado, ninguno de los clarificantes empleados es capaz de eliminar las proteínas inestables de este vino, aun así, casi todas ellas consiguen reducir el grado de inestabilidad del vino en gran medida, tal y como puede apreciarse estudiando la eficacia de su clarificación en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Eficacia de la clarificación con las bentonitas Microcol, Pluxbenton y Pluxcompact en concentraciones 40, 60 y 80 g/hl.

	Eficacia de la clarificación (%)	Eficacia media de clarificación (%)
<b>Microcol 40 g/hl</b>	29.0	29.1 ± 0.2
	29.2	
	29.1	
<b>Microcol 60 g/hl</b>	50.4	50.5 ± 0.3
	50.4	
	50.6	
<b>Microcol 80 g/hl</b>	56.5	56.5 ± 0.2
	56.5	
	56.4	
<b>Pluxbenton 40 g/hl</b>	47.4	47.4 ± 0.0
	47.4	
	47.4	
<b>Pluxbenton 60 g/hl</b>	43.2	43.2 ± 0.1
	43.2	
	43.3	
<b>Pluxbenton 80 g/hl</b>	36.2	36.2 ± 0.3
	36.0	
	36.3	
<b>Pluxcompact 40 g/hl</b>	25.2	25.3 ± 0.1
	25.3	
	25.3	
<b>Pluxcompact 60 g/hl</b>	8.9	8.8 ± 0.2
	8.8	
	8.7	
<b>Pluxcompact 80 g/hl</b>	32.0	32.0 ± 0.2
	32.1	
	31.9	





**Figura 18.** Representación gráfica de la eficacia porcentual en la clarificación del vino “Corazón Loco Blanco” con las bentonitas Microcol, Pluxbenton y Pluxcompact en concentraciones 40, 60 y 80 g/hl.

Los resultados que recoge la figura 18 muestran un claro y diferente comportamiento de las tres bentonitas utilizadas. En el caso de la bentonita Microcol, se observa como el aumento de la dosis del clarificante (en estas proporciones) es directamente proporcional a la eficacia, mientras que para la bentonita Pluxbenton es inversamente proporcional y en el caso de la bentonita Pluxcompact sigue una tendencia en forma de “V”.

Analizando estos resultados con aquellos obtenidos visualmente, vemos como la bentonita Pluxbenton es capaz de ofrecer una eficacia elevada a menor concentración, y a partir de ahí el aumento de su dosificación puede llegar a originar su sobresaturación, dando probablemente lugar a la precipitación de sí misma, generando turbidez; lo que podría ser el motivo de pérdida de la eficacia. Sin embargo, el problema de esta clarificación es el gran sedimento generado; ya que ello implica un arrastre importante de compuestos, muchos de ellos de gran importancia organoléptica para nuestros vinos, provocando una pérdida de propiedades sensitivas.

Por el contrario, la bentonita Microcol permite obtener una eficacia mayor, sin necesidad de un arrastre tan pronunciado de sedimentos. De esta forma, a priori, se ha considerado que los mejores resultados de esta clarificación, son aquellos obtenidos para la bentonita Microcol, la cual ha conseguido el mayor valor de eficacia, sin generar una gran sedimentación. Aun así, se ha planteado la necesidad de una nueva clarificación, para observar la tendencia de estas tres bentonitas en mayor rango de concentraciones y, resolver de esta forma si una bajada de concentración para las bentonitas Pluxbenton y Pluxcompact podría llevarnos a una





mayor eficacia— no se estudia la posibilidad de aumentar la dosis, ya que 80 g/hl supera la concentración límite recomendable —, sin necesidad de emplear dosis superiores de clarificantes y de por tanto, con ello originar mayores sedimentaciones que incluyen el arrastre de compuestos muy influenciados en la composición organoléptica final de nuestro vino.

#### **6.1.2. Clarificación y evaluación de la estabilización proteica en el vino blanco con las bentonitas Electra, Pluxcompact, Pluxbenton, Performa y Microcol**

##### **Clarificación**

A la vista de los resultados obtenidos anteriormente, el día 27 de febrero de 2017, se decidió clarificar una nueva muestra del vino “Corazón Loco Blanco 2016”, empleando esta vez una concentración de 20 g/hl para las bentonitas anteriores, **Pluxcompact**, **Pluxbenton** y **Microcol**, y para dos nuevas, **Electra** y **Performa**.

Además, para aquella que mejores resultados ha obtenido en la anterior clarificación, la bentonita Microcol, la imposibilidad de aumentar su dosificación, ya que supera los límites recomendables, se propuso la búsqueda de una nueva solución. Determinando así, llevar a cabo un estudio para su utilización junto con la bentonita Performa, caracterizada comercialmente por conseguir estabilizar las proteínas más inestables del vino, a fin de observar si de esta forma puede conseguirse una potencialización de sus características, sin vernos obligados a aumentar la concentración de Microcol.

##### **1. Activación de las bentonitas**

La hidratación de las bentonitas se ha realizado de forma análoga al caso anterior: diluyendo 3 g en 40 ml de agua, agitando lentamente y dejando reposar durante 24 horas.

##### **2. Adición del clarificante al vino**

En este caso, se han realizado siete clarificaciones, donde nuevamente, en botellas de 500 ml de capacidad, se han añadido distintos volúmenes de las disoluciones anteriores hasta conseguir las siguientes concentraciones para cada una de ellas:

- 1) Electra 20 g/hl
- 2) Pluxcompact 20 g/hl
- 3) Pluxbenton 20 g/hl
- 4) Performa 20 g/hl
- 5) Microcol 20 g/hl
- 6) Microcol 60 g/hl y Performa 10 g/hl





## 7) Microcol 80 g/hl y Performa 10 g/hl

De igual forma que se hizo en la anterior clarificación, y teniendo en cuenta que la pipeta empleada era ajustable cada 0.05 ml, el volumen de disolución que se ha añadido en cada caso se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4.** Volúmenes empleados para la clarificación de cada una de las muestras

Número de clarificación	Bentonitas utilizadas	Bentonita (gramos)	Volumen de la disolución (ml)
1	Electra 20 g/hl	0.1	1.35
2	Pluxcompact 20 g/hl	0.1	1.35
3	Pluxbenton 20 g/hl	0.1	1.35
4	Performa 20 g/hl	0.1	1.35
5	Microcol 20 g/hl	0.1	1.35
6	Microcol 60 g/hl	0.3	4.00
	Performa 10 g/hl	0.05	0.65
7	Microcol 80 g/hl	0.4	5.35
	Performa 10 g/hl	0.05	0.65

Para las clarificaciones 6 y 7, se ha esperado aproximadamente media hora entre cada adición, agitando enérgicamente una vez realizada cada una de ellas. A continuación, todas las muestras se han dejado en reposo durante 7 días, pasados los cuales, el resultado de la clarificación, visualmente, puede observarse en la Figura 19.



**Figura 19.** Clarificaciones con diferentes tipos y mezclas de bentonitas realizadas al vino “Corazón Loco Blanco 2016”.





### **3. Trasiego**

El contenido líquido y clarificado de cada una de las muestras se ha trasegado a otras siete botellas limpias y secas, con cuidado de no remover el precipitado, ni aspirar parte de este durante la operación.

#### **Evaluación de la inestabilidad proteica – Test del calor**

De igual modo que en la primera clarificación, la evaluación de la inestabilidad proteica se ha realizado siguiendo el procedimiento descrito en la metodología, para lo que se ha empleado el *Test del calor*.

**1. Filtración de las muestras.** Se ha realizado igual a lo descrito anteriormente.

#### **2. Precipitación de las proteínas inestables por golpe térmico y medición de la turbidez**

Con el vino clarificado y filtrado, las proteínas se precipitaron con un golpe térmico siguiendo el procedimiento habitual, pero además, se estudió la posibilidad de la baja efectividad obtenida en la clarificación anterior pudiese deberse a la metodología empleada en la realización del *Test del calor* – ya que contrastando el empleado en bodega habitualmente con el proporcionado por una de las casas comerciales, se observó que en éste último se empleaban tubos de ensayo en vez de matraces de 200 ml para llevar a cabo la precipitación de las proteínas–. En este método, la muestra se calienta en un baño de agua a 82° C, durante 32 minutos, e inmediatamente se introduce durante media hora en un congelador a -18° C, a diferencia del método empleado hasta ahora, donde éstas se mantenían una hora completa. Por ello, en estos nuevos ensayos además de emplear matraces de 200 se realizó una doble precipitación en tubos de ensayo, ante la posibilidad de que el empleo de un recipiente con mayor volumen pudiese influir en el contacto con el baño de agua y en el golpe térmico suministrado por el congelador. Por ello, que en los resultados obtenidos se realizan dos mediciones de la turbidez – con tres réplicas cada una de ellas – una vez se ha forzado la precipitación de las proteínas por golpe térmico en el matraz de 200 ml ( $t_1$ ) y en el tubo de ensayo ( $t_1'$ ).

### **3. Interpretación del resultado**

Las lecturas realizadas para las turbideces del Test de Calor obtenidas en esta segunda clarificación se recogen en la Tabla 5.





**Tabla 5.** Resultados del Test del Calor para la segunda clarificación en el vino “Corazón Loco Blanco 2016”.

	Turbidez $t_0$ (NTU)	Turbidez $t_1$ (NTU)	Turbidez $t_1'$ (NTU)
<b>Testigo</b>	4.97	38.30	-
	5.02	38.27	-
	5.03	38.33	-
<b>Electra 20 g/hl</b>	3.21	34.62	34.28
	3.21	34.66	34.29
	3.20	34.64	34.29
<b>Pluxcompact 20 g/hl</b>	0.30	27.32	26.45
	0.35	27.35	26.44
	0.33	27.34	26.45
<b>Pluxbenton 20 g/hl</b>	1.25	25.59	25.33
	1.25	25.63	25.32
	1.27	25.58	25.34
<b>Performa 20 g/hl</b>	0.80	27.72	24.67
	0.82	27.72	24.66
	0.79	27.75	24.66
<b>Microcol 20 g/hl</b>	0.10	23.95	21.90
	0.11	23.90	21.90
	0.11	23.92	21.90
<b>Microcol 60 g/hl</b>	1.43	2.35	2.17
<b>Performa 10 g/hl</b>	1.42	2.36	2.14
	1.43	2.35	2.15
<b>Microcol 80 g/hl y</b>	0.18	0.45	0.38
<b>Performa 10 g/hl</b>	0.20	0.44	0.40
	0.22	0.44	0.37

*Nota: Los resultados para la muestra testigo de esta tabla, son los resultados obtenidos en la primera clarificación, ya que se trata del mismo vino blanco.*

Para comparar los resultados obtenidos por los dos métodos, se ha realizado un *ensayo de comparación de resultados apareados* de dos lados, hallando la media de  $t_1$  y  $t_1'$  para cada una de las muestras y consecutivamente utilizando la *Prueba t para medias de dos muestras emparejadas*. Los resultados, recogidos en la Tabla 6, muestran que el valor crítico de t para dos colas es mayor que el estadístico t ( $t_c > t_0$ ), por que no existen diferencias significativas en los resultados obtenidos por ambos métodos. Esto podemos comprobarlo también si nos fijamos en el P(valor)







de dos colas, el cual es mayor que 0.05, lo que reafirma que no existen diferencias significativas.

**Tabla 6.** Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, empleando el método nuevo y el método habitual.

	<b>Método habitual</b>	<b>Método nuevo</b>
<b>Media</b>	20.29	19.31
<b>Varianza</b>	177.99	166.57
<b>Observaciones</b>	7	7
<b>Coeficiente de correlación de Pearson</b>	0.99	
<b>Diferencia hipotética de las medias</b>	0	
<b>Grados de libertad</b>	6	
<b>Estadístico t</b>	2.27	
<b>P(T&lt;=t) dos colas</b>	0.06	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	2.45	

Ya que ambos métodos ofrecen resultados iguales, se puede calcular la eficacia de las clarificaciones con cualquiera de ellos, en este caso, se ha decidido utilizar los resultados obtenidos por el método habitual. A partir de los datos obtenidos en la Tabla 6, la inestabilidad proteica para cada una de las muestras, así como la eficacia de la clarificación se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 7.** Eficacia de la segunda clarificación para “Corazón Loco Blanco 2016”.

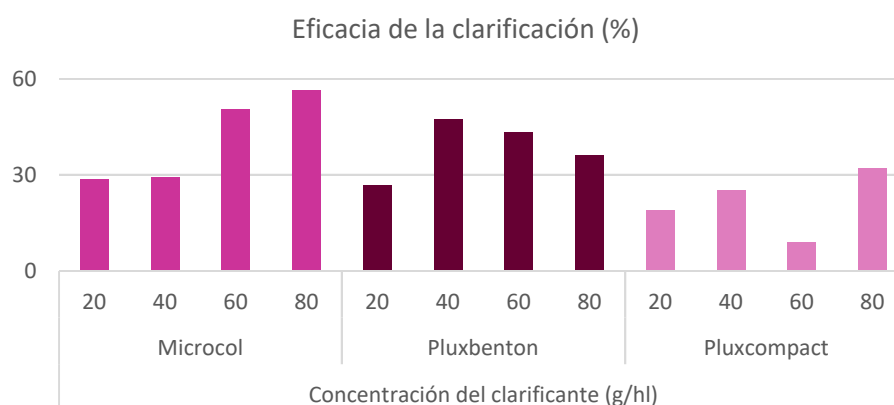
	<b>Turbidez <math>t_1 - t_0</math> (NTU)</b>	<b>Inestabilidad proteica (NTU)</b>	<b>Eficacia de la clarificación (%)</b>	<b>Eficacia media de clarificación (%)</b>
<b>Electra 20 g/hl</b>	31.41	31.43 ± 0.04	5.7	5.6 ± 0.1
	31.45		5.5	
	31.44		5.6	
<b>Pluxcompact 20 g/hl</b>	27.02	27.01 ± 0.02	18.8	18.9 ± 0.1
	27.00		18.9	
	27.01		18.9	
<b>Pluxbenton 20 g/hl</b>	24.34	24.34 ± 0.07	26.9	26.9 ± 0.2
	24.38		26.8	
	24.31		27.0	
<b>Performa 20 g/hl</b>	26.92	26.93 ± 0.06	19.1	19.1 ± 0.2
	26.90		19.2	
	26.96		19.0	





	Turbidez $t_1 - t_0$ (NTU)	Inestabilidad proteica (NTU)	Eficacia de la clarificación (%)	Eficacia media de clarificación (%)
<b>Microcol 20 g/hl</b>	23.85	$23.82 \pm 0.06$	28.4	$28.5 \pm 0.2$
	23.79		28.5	
	23.81		28.5	
<b>Microcol 60 g/hl</b>	0.92	$0.93 \pm 0.01$	97.2	$97.2 \pm 0.1$
<b>Performa 10 g/hl</b>	0.94		97.2	
	0.92		97.2	
<b>Microcol 80 g/hl</b>	0.27	$0.24 \pm 0.03$	99.2	$99.3 \pm 0.2$
<b>Performa 10 g/hl</b>	0.24		99.3	
	0.22		99.3	

En primer lugar, observamos cómo la muestra solamente es estable – la diferencia de turbidez antes y después de forzar la precipitación proteica, ( $t_1 - t_0$ ), es inferior a 2 – para las dos últimas clarificaciones. Sin embargo, antes comparemos estas eficiencias con aquellas obtenidas en la primera clarificación mediante la representación gráfica de los datos obtenidos en las tablas X1 y X2 para las bentonitas Microcol, Pluxbenton y Pluxcompact, se observa el distinto comportamiento de cada una de ellas en el mismo vino:



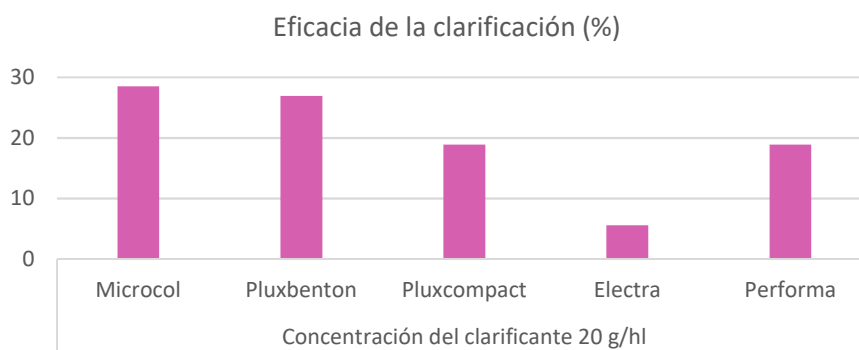
**Figura 20.** Representación gráfica de la eficacia porcentual obtenida en la clarificación del “Corazón Loco Blanco” con las bentonitas Microcol, Pluxbenton y Pluxcompact en concentraciones 20, 40, 60 y 80 g/hl.

En el caso de la bentonita Microcol, queda demostrado que a mayor dosis presenta mayor carácter clarificante, y probablemente aumentando su concentración se podría aumentar su eficacia, sin embargo, tal y como ya se ha explicado se trataría





de una dosis poco recomendable. Para la bentonita Pluxbenton se observa que no existe una relación inversamente proporcional entre la eficacia y la dosis de clarificante, sino que la eficacia máxima de esta bentonita se encuentra entre los 20 y los 60 g/hl, y probablemente no llegue a ser superior al 60 %, por lo que se trata de una bentonita que no es capaz de estabilizar proteicamente al completo el vino objeto de estudio. Y en el caso de la bentonita Pluxcompact resulta un caso particular, pues esta presenta una bajada en su eficacia a los 60 g/hl de concentración, mientras que cuando se vuelve a aumentar su dosificación, aumenta nuevamente su eficacia; se ha considerado que se trata, por tanto, de una bentonita no adecuada para llevar a cabo la clarificación en este vino. Por otro lado, comparando la eficacia de clarificación obtenida para todas las bentonitas analizadas, a una concentración común de 20 g/hl (Figura 21), se aprecia la potencialidad clarificante de la bentonita Microcol, a la que le precede la bentonita Pluxbenton. Dichos resultados, unidos aquellos obtenidos anteriormente, reafirman que, tal y como ya veíamos en la primera clarificación, **la bentonita más adecuada para las características de nuestro vino es la Microcol**, por lo que no se estudia la posibilidad de seguir realizando pruebas clarificantes con las otras bentonitas.



**Figura 21.** Representación gráfica de la eficacia porcentual obtenida en la clarificación del “Corazón Loco Blanco” con las bentonitas analizadas a una concentración de 20 g/hl.

Finalmente, analizando los resultados obtenidos en la clarificación para la mezcla de las bentonitas Microcol y Performa (Tabla 7), puede decirse que se ha conseguido la estabilización del vino y hace reconsiderar idónea la clarificación realizada. La elevada eficacia de esta clarificación es resultado de la perfecta asociación entre características de ambas bentonitas, donde se combina el alto poder clarificante de





la bentonita Microcol y su habilidad para preservar la intensidad aromática del vino, junto con la capacidad de absorción selectiva de Performa para eliminar las proteínas más inestables del vino, incluidas las fracciones de baja masa molecular que, probablemente Microcol no sea capaz de eliminar. Todo ello, ha llevado a la **clarificación del vino “Corazón Loco Blanco” con Microcol y Performa en concentraciones de 60 g/hl y 10 g/hl**, respectivamente, ya que en dicha dosis el vino es estable – pues la diferencia de turbidez antes y después de forzar la precipitación proteica,  $(t_1 - t_0)$ , es  $0.93 \pm 0.01$  – y, requiere menor concentración de bentonita Microcol.

## **6.2. Pruebas de estabilidad tartárica y materia colorante en vinos tintos**

A partir de las pruebas llevadas a cabo en el vino blanco, se han realizado diferentes pruebas clarificantes en dos vinos tintos de la Bodega Iniesta, uno de ellos crianza y otro joven, “*Finca Carril Hechicero 2013*” y “*Corazón Loco Tinto 2016*”. Estas clarificaciones se han realizado con distintas concentraciones de la bentonita Microcol, la cual ya hemos visto anteriormente, se trata de la más reactiva para las características de nuestros vinos. En este caso, no se ha considerado necesario su mezcla con la bentonita Performa, ya que los vinos tintos no son tan inestables proteicamente y debido a que esta se encuentra indicada mayormente para mostos y vinos blancos. Además, se han probado distintas concentraciones de gelatina variables de 40 a 100 g/hl para el vino crianza, y con una dosis fija de 40 g/hl para el vino joven; y en todos los casos se ha añadido una concentración 5 g/hl de PVPP, dosis considerada, en base a la experiencia de los enólogos de Bodega Iniesta, más que suficiente para llevar a cabo la eliminación de los compuestos oxidados.

El proceso de clarificación y filtración se ha realizado conforme al descrito en la metodología. Posteriormente, se ha realizado un análisis sensorial por los cuatro enólogos de la bodega, Rafael Orosco, Luis Jiménez, Héctor Martínez y Sonia García, y por la autora del presente trabajo.

### **6.2.1. *Análisis sensorial después de la clarificación y el filtrado. Resultados de cata***

#### **Vino tinto “Finca Carril Hechicero 2013”**

Los resultados del análisis sensorial para éste crianza en función de las dosis de bentonita y gelatina son:

##### **1. Patrón**

*Por unanimidad se ha considerado que se trataba de la muestra más secante de todas.*

##### **2. 20 g/hl de bentonita y 40 g/hl de gecolsupra**





*En esta muestra los etilfenoles de “toque animal” tales como “olor a establo”, “perro mojado”, etc. se manifestaban en boca, siendo en la que más se han sentido potenciados, y el vino continúa resultando astringente.*

3. 40 g/hl de bentonita y 60 g/hl de gecolsupra

*En el vino no se notan los etilfenoles, pero todavía sigue siendo astringente, por lo que hay que subir la dosis de gelatina.*

4. 40 g/hl de bentonita y 80 g/hl de gecolsupra

*El vino tiene menos etilfenoles y pierde astringencia tánica, pero mantiene más la estructura que otros.*

5. 20 g/hl de bentonita y 100 g/hl de gecolsupra

*En esta muestra, aunque no muy potenciados, se han sentido los etilfenoles, sin embargo, el vino resultaba demasiado plano en boca.*

*En base a estos resultados, se ha considerado que la muestra que mejores resultados ha obtenido es la muestra cuatro, con una concentración de 40 g/hl de bentonita y 80 g/hl de gelatina ya que, para esta, la dosis de gelatina es lo suficientemente elevada como para quitar astringencia, pero mantiene la estructura al vino, al mismo tiempo que la bentonita consigue eliminar parte de los etilfenoles.*

**“Corazón Loco Tinto 2016”**

El vino tinto “Corazón Loco”, debido a que se trata de un vino joven, es mucho menos astringente y no precisa de niveles elevados de gelatina, por lo que ésta se ha añadido en una concentración única de gecoll SUPRA de 40 ml/hl para todas las muestras. De esta forma, la cata se ha llevado preparando tres muestras de este vino a las que se les ha añadido dosis crecientes de bentonita en concentraciones de 20 g/hl, 40 g/hl y 60 g/hl, cuyos resultados de cata son:

- *La primera muestra descartada es la muestra clarificada con una dosis de 60 g/hl de bentonita Microcol, ya que presentó la menor intensidad aromática y una notable disminución de la intensidad colorante en la evaluación visual respecto a las otras dos.*
- *Entre las muestras clarificadas con 20 g/hl y con 40 g/hl, no existe unanimidad en la elección, si bien la muestra que recibe más votos positivos es la de 20 g/hl. No obstante, debido a que las diferencias sensoriales no son tan diferentes, se decide emplear la clarificación de 40 g/hl, pues se ha considerado que, al tratarse de un vino*





joven, con pocos meses de elaboración que tiene una gran cantidad de color inestable puede resultar apropiado emplear dosis algo mayores de bentonita.

A raíz de estos resultados, los vinos tintos “Finca Carril Hechicero 2013” y “Corazón Loco tinto 2016” se han clarificado, a finales de marzo, con una concentración de 40 g/hl de bentonita en ambos vinos, y con una concentración de gelatina de 80 g/hl para el crianza y de 40 g/hl para el joven.

#### 6.2.2. Evaluación del grado de inestabilidad tartárica y de materia colorante. Test de frío

##### TEST DE FRÍO Y TEST DE FRÍO RÁPIDO

Una vez que el vino crianza “Finca Carril Hechicero 2013” y el vino joven “Corazón Loco Tinto 2016”, han sido clarificados y filtrados, se ha evaluado su inestabilidad en materia colorante y tartratos llevando a cabo el **Test de frío** y el **Test de frío rápido**, para cada uno de ellos, siguiendo el procedimiento descrito en la metodología. En la Figura XXIV se muestra una fotografía del Test de frío realizado en las muestras tintas, aunque el alto color de las muestras dificulta la visualización de los sedimentos.



**Figura 22.** Resultados para el Test de frío en el vino “Finca Carril Hechicero 2013” (a la izquierda) y en el “Corazón Loco Tinto 2016” (a la derecha).

La evaluación de los sedimentos manifestados en los dos vinos objeto de estudio se muestran en la Tabla 8. En este caso, los resultados de ambos test coinciden, observando un precipitado del 0.30% para el vino Finca Carril Hechicero 2013 y del 0.55 % para el Corazón Loco Tinto 2016. Un vino tinto es estable si el precipitado es inferior al 0.4 %, por lo que, el vino de crianza Finca Carril Hechicero 2013 se considera estable





en precipitado una vez se ha sometido a la clarificación y filtración señalada en el anterior punto; mientras que el vino joven Corazón Loco Tinto no es estable tartáricamente y/o en materia colorante, pues su precipitado supera el límite indicado.

Para comprobar si existe mucho color inestable, debido a que en el laboratorio de Bodega Iniesta no se disponía de un espectrofotómetro UV-VIS, la medida de la intensidad colorante se llevó a cabo en un laboratorio asociado con la bodega, donde se mandaron las muestras, repitiéndose el Test de frío con medida de la intensidad colorante, antes y después de la realización de éste. Por motivos de confidencialidad el informe emitido por el laboratorio no se adjunta a este trabajo, aunque los resultados obtenidos se resumen en tabla 8.

**Tabla 8.** Resultados para el Test de Frío y medida de la Intensidad Corante por el laboratorio asociado en los vinos “Finca Carril Hechicero 2013” y “Corazón Loco Tinto”.

	<b>Test de Frío</b> (% precipitado en materia colorante y cristales)	<b>Intensidad colorante</b> (IC <sub>0</sub> )	<b>Intensidad colorante</b> (IC <sub>1</sub> )
<b>“Finca Carril Hechicero 2013”</b>	0.30	8.87	8.79
		IC <sub>0</sub> – IC <sub>1</sub> = 8 %	
<b>“Corazón Loco Tinto 2016”</b>	0.45	12.03	9.98
		IC <sub>0</sub> – IC <sub>1</sub> = 205 %	

Se observa como para el Test de Frío el resultado en el vino “Corazón Loco Tinto” 2016 es 0.45 % en comparación con el 0.55 % obtenido en bodega, aunque esta diferencia no se ha considerado significativa, en base a la dificultad para la apreciación del precipitado en esta muestra, dado su grado de inestabilidad, así como su opacidad (tal y como se apreciaba en la Figura 22. También se ha considerado que podría deberse a una oscilación no observada en la temperatura durante el periodo de realización del Test de Frío, o incluso a cualquier precipitación que haya podido darse durante el traslado de la muestra. No obstante, ambos resultados coinciden en que la muestra no es estable, mientras que el vino “Finca Carril Hechicero 2013” sí que lo es.

Por otro lado, analizando la intensidad colorante, observamos como la diferencia porcentual entre intensidades es menor al 10 % únicamente para el vino de crianza. Por lo que **el vino tinto “Finca Carril Hechicero 2013” es estable en materia colorante y tartárica**, y en principio no precisa de ningún otro proceso de estabilización, de forma







que su embotellado se ha llevado a cabo directamente una vez este se clarificó y se filtró al completo. Sin embargo, el **“Corazón Loco Tinto 2016”** era inestable en materia colorante y tartárica una vez completado su proceso de clarificación y filtrado, por lo que se han llevado a cabo diversos análisis con distintos compuestos coloidales estabilizadores para determinar qué producto es el más conveniente para este vino, consiguiendo su estabilización, sin afectar sensorialmente a las características de este vino.

Dado que el vino de crianza elegido para la realización de este trabajo es estable en materia colorante y tartratos, se ha decidido incorporar un nuevo vino a los análisis, observando así la diferencia en esta estabilización para un vino joven y uno crianza. El vino seleccionado para llevar a cabo este análisis ha sido **“Premium 2013”**, el cual ya se encontraba clarificado y filtrado en el momento en que se empezó a trabajar con él, por lo que directamente se ha evaluado su inestabilidad llevando a cabo el Test de Frío y el Test de Frío rápido. El porcentaje de precipitado en materia colorante y cristales observado para este vino, ha sido en ambos casos 0.60 %, resultado que coincide además con aquel obtenido en el laboratorio asociado, donde también se ha medido la intensidad colorante; los resultados de éste, mostrados en la Tabla 8, junto con los obtenidos en bodega, nos permiten concluir que se trata de un vino **inestable en materia colorante y tartárica**.

**Tabla 9.** Resultados para el Test de Frío y medida de la Intensidad Corante por el laboratorio asociado en **“Premium 2013”**.

	Test de Frío (% precipitado en materia colorante y cristales)	Intensidad colorante (IC <sub>0</sub> )	Intensidad colorante (IC <sub>1</sub> )
“Premium 2013”	0.60	13.12	10.25
		IC <sub>0</sub> – IC <sub>1</sub> = 287 %	

### 6.2.3. Pruebas para la estabilización tartárica y colorante

Para los vinos inestables en materia colorante y tartárica, **“Corazón Loco Tinto 2016”** y **“Premium 2013”**, se han llevado a cabo distintas pruebas con cinco estabilizantes comerciales. Además, paralelamente, para el **“Corazón Loco Tinto 2016”** se ha realizado





la **Estabilización por frío** en un depósito de 27.000 litros, pudiendo comparar así más adelante los resultados sensoriales obtenidos por ambas estabilizaciones. En el caso del vino “Premium 2013”, esta estabilización no se ha llevado a cabo, ya que debido a los valores tan elevados de inestabilidad tartárica y de materia colorante obtenidos para este vino, se ha considerado oportuno esperar a los resultados de la **Estabilización Química** para ver si el vino está preparado para llevar a cabo un proceso de estabilización y evitar de esta forma desperdiciar una cantidad tan elevada de vino.

Los productos utilizados para esta **Estabilización Química** son: **Stab Mega, Cellogum L, Maxigum, Stabiverek y Claristar**. De acuerdo a la información técnica facilitada por las casas comerciales (apartado 4.1. de la memoria), para conseguir la estabilización tartárica y de materia colorante con todos ellos, se han mezclado aquellos productos considerados como complementarios en base a sus características básicas: **Cellogum L y Maxigum**, y **Stabiverek y Claristar**. **Stabiverek** debido a su riqueza proteica y protectora también se ha aplicado por separado, comparando así, los resultados obtenidos.

En todos los casos, sobre una botella con 50 ml del vino a estabilizar, ya clarificado y filtrado, se ha añadido, con ayuda de una pipeta automática, una única dosis de cada producto de acuerdo con las recomendaciones realizadas por los fabricantes/comerciales (Tabla 10).

**Tabla 10.** Volumen de producto empleado en cada prueba.

		Volumen de estabilizante (µl) en 50 ml de vino
<b>Prueba 1</b>	100 ml/hl de <i>Stab Mega</i>	50
<b>Prueba 2</b>	100 ml/hl Cellogum L	50
	100 ml/hl Maxigum	50
<b>Prueba 3</b>	50 ml/hl Stabiverek	50
<b>Prueba 4 – “Corazón Loco Tinto”</b>	50 ml/hl Stabiverek	50
	60 ml/hl Claristar	30
<b>Prueba 4 – “Premium”</b>	50 ml/hl Stabiverek	50
	90 ml/hl Claristar	45

*Nota:* En la mezcla de los productos Stabiverek y Claristar, para el vino de crianza, “Premium 2013”, se aumentó la dosis de Claristar por recomendación del fabricante.





Las botellas se han agitado enérgicamente hasta conseguir la completa homogenización del producto, tras lo que se ha realizado el Test de Frío y el Test de Frío rápido. Ambos test, se han repetido en el laboratorio asociado a la bodega, donde también se ha medido la intensidad colorante la medida de la intensidad colorante. Los resultados obtenidos, tanto a nivel de bodega y en el laboratorio, se recojen en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Resultados para el Test de Frío y medida de la Intensidad Colorante en “Corazón Loco Tinto 2016” y “Premium 2013” con distintos productos estabilizantes.

	Dosis de estabilizante	Test de Frío (% precipitado en materia colorante y cristales)		Intensidad colorante (IC <sub>0</sub> )	Intensidad colorante (IC <sub>1</sub> )
		B	L	L	L
“Corazón Loco Tinto 2016”	100 ml/hl de <i>Stab Mega</i>	0.05	< 0.10 %	12.05	12.03
				IC <sub>0</sub> – IC <sub>1</sub> = 2 %	
	100 ml/hl <i>Cellogum L</i> y 100 ml/hl <i>Maxigum</i>	0.10	< 0.10 %	12.03	12.02
				IC <sub>0</sub> – IC <sub>1</sub> = 1 %	
	50 ml/hl <i>Stabiverek</i>	0.30	0.30	12.03	11.15
				IC <sub>0</sub> – IC <sub>1</sub> = 88 %	
“Premium 2013”	50 ml/hl <i>Stabiverek</i> y 60 ml/hl <i>Claristar</i>	0.25	0.25	12.03	11.61
				IC <sub>0</sub> – IC <sub>1</sub> = 42 %	
	100 ml/hl de <i>Stab Mega</i>	0.50	0.50	13.12	11.06
				IC <sub>0</sub> – IC <sub>1</sub> = 206 %	
	100 ml/hl <i>Cellogum L</i> y 100 ml/hl <i>Maxigum</i>	0.55	0.55	13.12	10.89
				IC <sub>0</sub> – IC <sub>1</sub> = 223 %	
	50 ml/hl <i>Stabiverek</i>	0.50	0.50	13.12	11.17
				IC <sub>0</sub> – IC <sub>1</sub> = 195 %	
	50 ml/hl <i>Stabiverek</i> y 90 ml/hl <i>Claristar</i>	0.40	0.40	13.12	11.74
				IC <sub>0</sub> – IC <sub>1</sub> = 138 %	

*Nota:* se ha marcado con una B a los resultados obtenidos en el laboratorio de la bodega y con una L a aquellos proporcionados por el laboratorio asociado.





Se observa como el “Corazón Loco Tinto 2016” ha conseguido estabilizarse, al menos tartáricamente, en todas las pruebas realizadas, pues su precipitado es en todos los casos inferior al 0.40 %. Sin embargo, este vino solamente es estable en materia colorante cuando se añaden 100 ml/hl de *Stab Mega* y cuando se mezclan 100 ml/hl de *Cellogum L* y 100 ml/hl de *Maxigum*, ya que solamente en estos dos casos la diferencia de la intensidad colorante antes y después del Test del Frío es inferior al 10%. No obstante, dado que la primera prueba implica menor dosis de productos adicionales, y que por tanto se consiguen resultados similares pero estabilizando los tartratos y el color en un único paso, se ha decidido que la mejor estabilización para este vino es aquella conseguida con *Stab Mega*.

En el caso del “Premium 2013” solamente se consigue llegar al límite de la estabilidad tartárica con una dosis de 50 ml/hl de *Stabiverek* y 90 ml/hl de *Claristar*, pero en ningún caso se llega a conseguir la estabilización en materia colorante, siendo con la dosis mencionada anteriormente con la que mayor estabilización del color se consigue; por tanto, es con esta prueba, con la que mejores resultados se han observado entre las cuatro estabilizaciones realizadas.

A partir de los valores obtenidos para ambos vinos en la Tabla 11, se ha calculado la eficacia de la *Estabilización Química* en la estabilización del precipitado y de la materia colorante (Tabla 12), utilizando como valores testigos aquellos recogidos en las Tablas 9 y 10. Pudiendo comprobar objetivamente, las diferencias ya comentadas para esta estabilización en el vino joven y en el crianza.

**Tabla 12.** Eficacia de la *Estabilización Química* en materia colorante y tartratos en “Corazón Loco Tinto 2016” y “Premium 2013” con distintos productos estabilizantes.

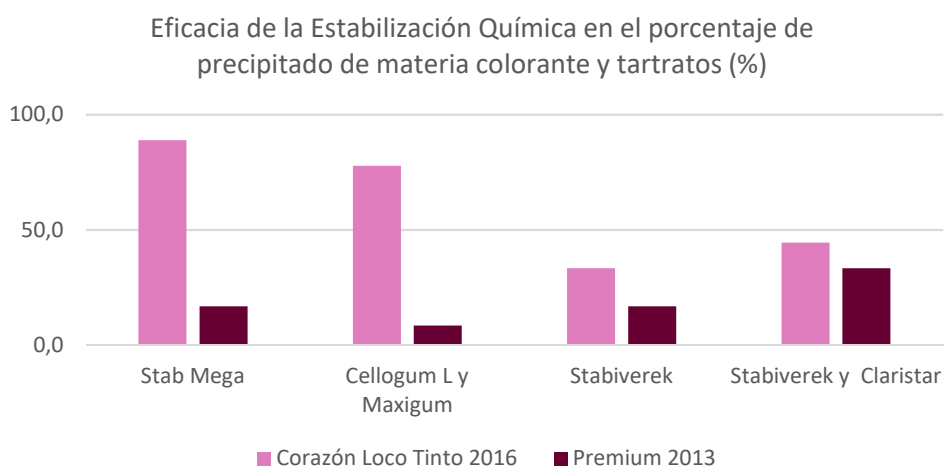
	Dosis de estabilizante	Eficacia de la estabilización	
		En el precipitado de materia colorante y tartratos	Del color inestable
“Corazón Loco Tinto 2016”	100 ml/hl de <i>Stab Mega</i>	88.9	99.0
	100 ml/hl <i>Cellogum L</i> y 100 ml/hl <i>Maxigum</i>	77.8	99.5





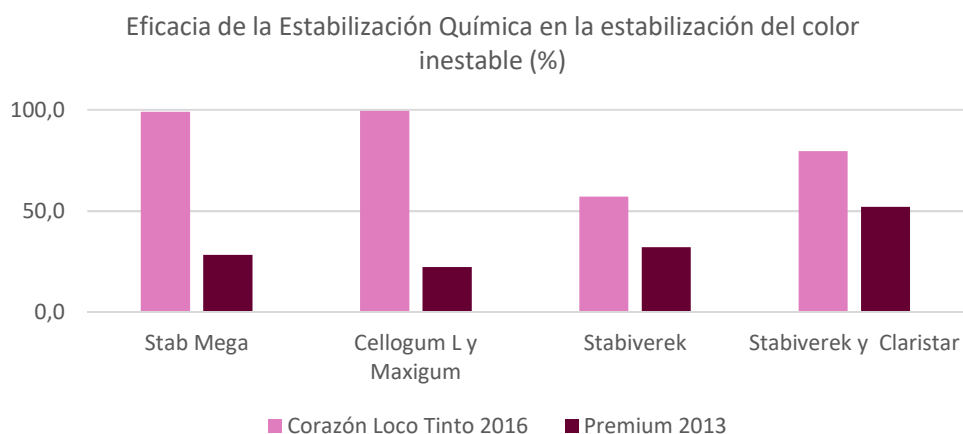
	Dosis de estabilizante	Eficacia de la estabilización	
		En el precipitado de materia colorante y tartratos	Del color inestable
"Corazón Loco Tinto 2016"	50 ml/hl <i>Stabiverek</i>	33.3	57.1
	50 ml/hl <i>Stabiverek</i> y 60 ml/hl <i>Claristar</i>	44.4	79.5
"Premium 2013"	100 ml/hl de <i>Stab Mega</i>	16.7	28.2
	100 ml/hl <i>Cellogum L</i> y 100 ml/hl <i>Maxigum</i>	8.3	22.3
	50 ml/hl <i>Stabiverek</i>	16.7	32.1
	50 ml/hl <i>Stabiverek</i> y 90 ml/hl <i>Claristar</i>	33.3	51.9

Los resultados de la Tabla 12 se han representado gráficamente en las Figuras 23 y 24, facilitando su evaluación visual.



**Figura 23.** Representación gráfica de la eficacia porcentual obtenida en la *Estabilización Química* del porcentaje de precipitado en los vinos tintos.





**Figura 24.** Representación gráfica de la eficacia porcentual obtenida en la *Estabilización Química* del color inestable.

#### 6.2.4. Test de conservación

Conforme a los resultados observados en las *Pruebas para la estabilización tartárica y de materia colorante*, los vinos sometidos a este ensayo han sido:

- Corazón Loco Tinto 2016
- Corazón Loco Tinto 2016 + 100 ml/hl *Stab Mega*
- Premium 2013
- Premium 2013 + 50ml/hl *Stabiverek* + 90ml/hl *Claristar*

De acuerdo con el procedimiento indicado, transcurridos siete días, analizando los resultados recogidos en los filtros, para el vino joven sin estabilización tartárica y de color se ha observado presencia de precipitado de color y algún pequeño cristal en el interior del precipitado de materia colorante; mientras que una vez se ha estabilizado con *Stab Mega* la cantidad de precipitado de materia colorante disminuye considerablemente con ausencia total de precipitados de naturaleza cristalina.

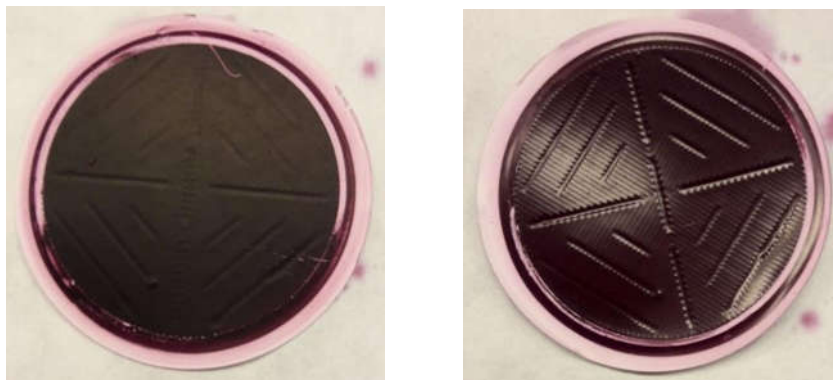
Para el vino crianza sin estabilización tartárica y de color, en el Test de conservación, se ha observado precipitado de materia colorante junto a pequeños cristales de naturaleza cristalina también coloreados; además, es mucho más evidente que en el caso anterior, que existe precipitación de sales de bitartrato potásico, debido a una coloración más rosácea (menos intensa que el color aportado por la precipitación de materia colorante; pues los cristales de bitartrato, de color blanquecino, adquieren esa tonalidad rosácea precisamente de la materia colorante adherida a estos)<sup>[7]</sup>. Una vez que el “Premium 2013” se ha estabilizado con *Stabiverek* y *Claristar* en el test se comprueba que existe



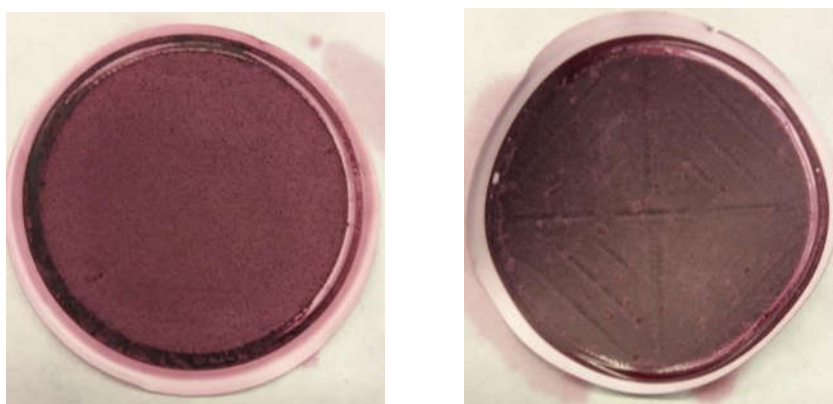


menos cantidad de precipitado de materia colorante, aunque esta cantidad continúa siendo muy elevada y, todavía se aprecian precipitados de naturaleza cristalina.

Los filtros obtenidos para ambos vinos, junto con los precipitados, se muestran en las Figuras 25 y 26.



**Figura 25.** Precipitados obtenidos en el Test de Conservación para “Corazón Loco Tinto 2016” sin estabilización tartárica y de color (a la izquierda) y una vez se ha estabilizado con *Stab Mega* (a la derecha).



**Figura 26.** Precipitados obtenidos en el Test de Conservación para “Premium 2013” sin estabilización tartárica y de color (a la izquierda) y una vez se ha estabilizado con *Stabiverk* y *Claristar* (a la derecha).

A raíz de estos resultados, se considerado efectiva la *Estabilización Química* llevada en el Corazón Loco Tinto, mientras que el “Premium 2013” es un vino que todavía tiene que evolucionar, pues al tratarse de un vino con una estructura mucho más compleja todavía le falta estabilizarse espontáneamente. De forma que se dejará durante un tiempo en el depósito, evaluando periódicamente su estabilización, así como las diferentes formas de abordarla.







#### **6.2.5. Estabilización por frío versus Estabilización Química. Cata a ciegas**

El “Corazón Loco Tinto 2016” por un lado, estabilizado químicamente con *Stab Mega* y por otro, mediante el procedimiento habitual de frío, se ha evaluado sensorialmente en una cata a ciegas comparativa, la cual se ha llevado a cabo por los cuatro enólogos de la bodega y por la autora del presente trabajo. En ella, todos los catadores por unanimidad se decantaron por el Corazón Loco estabilizado químicamente, argumentando las siguientes razones:

- A nivel aromático, el vino estabilizado con *Stab Mega* destaca por ser algo más intenso, con aromas más frescos y frutales.
- A nivel gustativo, este mismo vino presenta mayor sensación de volumen en boca y un dominio de sensaciones de dulzor, mientras que aquel estabilizado por frío se caracteriza por ser algo más ligero.

A estas diferencias en el paso del vino por boca también debe contribuir que uno de los componentes que se utilizan para estabilizar de forma química, las manoproteínas, ya incorporadas en el complejo comercial *Strab Mega*, y que aportan sensaciones agradables y positivas en boca.

Finalmente, como resultado de todas las decisiones emprendidas a lo largo de este trabajo, la partida restante de **vino tinto Corazón Loco 2016 se ha estabilizado de forma química** a finales de abril, empleando una concentración de *Stab Mega* de 100 ml/hl. Sustituyendo así al método de *Estabilización por frío* llevado a cabo hasta ahora en Bodega Iniesta.





## 7. CONCLUSIONES

Del estudio del **proceso de clarificación con el vino blanco**, se puede concluir:

- 1) La bentonita de mejor capacidad clarificante para los vinos de Bodega Iniesta ha resultado ser la **bentonita Microcol**.
- 2) Los resultados de esta bentonita mejoran para el vino blanco, de mayor contenido proteico, cuando se mezclan con la bentonita Performa, debido a la abсорción selectiva de esta última para eliminar las proteínas más inestables.
- 3) En base a estos resultados, se ha considerado adecuada la clarificación del vino blanco **“Corazón Loco 2016”** en proporciones 60/10 g/hl de Microcol/Performa, respectivamente.

Del estudio de la **clarificación de vinos tintos**:

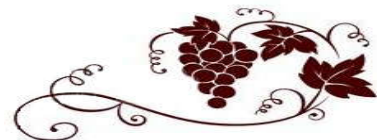
- 1) Para el vino **“Finca Carril Hechicero 2013”**, la concentración de bentonita más adecuada, considerando la evaluación sensorial y el riesgo de sobreencolado, ha sido 40 g/hl de **bentonita Microcol** y 80 g/hl de **gelatina**.
- 2) Para el **“Corazón Loco Tinto”** se han considerado como dosis adecuadas, la adición de 40 g/hl de **bentonita Microcol** y 70 g/hl de **gelatina**.

En relación con el **estudio de estabilización tartárica y de materia colorante** realizada en vinos tintos clarificados y filtrados, se puede concluir:

- 1) El vino tinto **“Finca Carril Hechicero 2013”** es estable tartáricamente y en materia colorante, y en principio no precisa de ningún otro proceso de estabilización; por lo que tras su clarificado y posterior filtrado, se ha embotellado directamente.
- 2) En las pruebas de *Estabilización Química* tartárica y de materia colorante con distintos productos estabilizantes, los mejores resultados se obtienen:
  - Con el producto **Stab Mega** para el vino joven **“Corazón Loco Tinto 2016”**; considerando adecuada una concentración 100 ml/hl de este.
  - Y con una mezcla de los productos **Stabiverk** y **Claristar** para el vino crianza **“Premium 2013”**; en concentraciones 50/90 ml/hl, respectivamente, a pesar de que este vino no consigue una estabilización completa.

En el **análisis organoléptico comparativo** del vino **“Corazón Loco Tinto 2016”** estabilizado por frío y químicamente, se puede concluir:





- 1) El vino con mejor evaluación sensorial, tanto aromática como gustativamente, ha sido el *estabilizado químicamente* con *Stab Mega*. En este caso, la *Estabilización Química* ha resultado mucho más satisfactoria que la *Estabilización por frío*.
- 2) La decisión tomada en Bodega para estabilizar y sacar al mercado el vino joven “**Corazón Loco Tinto 2016**” ha sido la *Estabilización Química*.





## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Togores, J. H. (2010). *Tratado de enología. Tomo II*. Mundi-Prensa Ediciones. Madrid. España.
- [2] Ribéreau-Gayon, P., Dubordieu, D., Doneche, B. and Lonvaud, A. (1999). *Handbook of Enology. Volume 1. The Microbiology of wine and vinifications*. Ed. Wiley & Sons LTD. Chichester. England.
- [3] Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A. y Dubourdieu, D. (2002). *Handbook of Enology. Volume 2. The chemistry of wine. Stabilization and treatments*. Ed. Wiley & Sons LTD. Chichester. England.
- [4] Benito Sáez, P. (20 de julio de 2011). *Estabilización del Vino*. Urbina Vinos Blog. Recuperado de <http://urbinavinos.blogspot.com.es/2011/07/estabilizacion-del-vino.html>
- [5] Moreno Vigara, J. J., Peinado Amores, R. A. (2010). *Química enológica*. AMV Ediciones/Mundi-Prensa. Madrid. España.
- [6] Benito Sáez, P. (30 de mayo de 2013). *Fenómenos Coloidales en el Vino*. Urbina Vinos Blog. Recuperado de <http://urbinavinos.blogspot.com.es/2013/05/fenomenos-coloidales-en-el-vino.html>
- [7] Taticchi, A. (2016). *Enologia I*. Università degli Studi di Perugia. Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali. Perugia. Italia.
- [8] Departamento comercial. (2016). *Gestión de la estabilización química y coloidal del color de los vinos tintos*. Laffort España S.A. Gipuzkoa. España.
- [9] Zamora, F. (2003). *Elaboración y crianza del vino tinto*. AMV y Mundi-Prensa Ediciones. Madrid. España.
- [10] González-Neves et al. (2014). Effect of fining on the colour and pigment composition of young red wines. *Food Chemistry*, 157, 385-392.
- [11] Benito Sáez, P. (12 de julio de 2011). *Clarificación del Vino*. Urbina Vinos Blog. Recuperado de <http://urbinavinos.blogspot.com.es/2011/07/clarificacion-del-vino.html>
- [12] Benito Sáez, P. (18 de marzo de 2011). *Clarificación por Encolado*. Urbina Vinos Blog. Recuperado de <http://urbinavinos.blogspot.com.es/2011/03/clarificacion-por-encolado.html>
- [13] Edgar A. Franco Urquiza, María Lluïsa Masposch Rulduà. (2009). Estructura general de las arcillas utilizadas en la preparación de nanocompuestos poliméricos. *Ingenierías*, 12, 44.
- [14] Benito Sáez, P. (27 de abril de 2011). *Clarificación del Vino con Bentonita*. Urbina Vinos Blog. Recuperado de <http://urbinavinos.blogspot.com.es/2011/04/clarificacion-del-vino-con-bentonita.html>





- [15] Benito Sáez, P. (15 de mayo de 2013). *Bentonitas en la Clarificación del Vino*. Urbina Vinos Blog. Recuperado de <http://urbinavinos.blogspot.com.es/2013/05/bentonitas-en-la-clarificacion-del-vino.html>
- [16] Benito Sáez, P. (20 de mayo de 2011). *Polivinilpolipirrolidona (PVPP)*. Urbina Vinos Blog. Recuperado de <http://urbinavinos.blogspot.com.es/2011/05/polivinilpolipirrolidona-pvpp-la.html>
- [17] Izquierdo, P. (2016). *Las vías de potenciación y revelación de los aromas en nuestros vinos. Nuevas técnicas*. Enartis Wine Tech. Alcázar de San Juan, Ciudad Real. España.
- [18] Benito Sáez, P. (10 de abril de 2015). *Quiebra de Color en el Vino – Quiebra Hidrolásica – Precipitación de Materia Colorante*. Urbina Vinos Blog. Recuperado de <http://urbinavinos.blogspot.com.es/2015/04/quiebra-de-color-en-el-vino-quiebra.html>
- [19] Boulton, R. (2001). The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: a critical review. *American journal of enology and viticulture*, 52(2), 67-87.
- [20] Benito Sáez, P. (12 de julio de 2011). *Estabilización tartárica*. Urbina Vinos Blog. Recuperado de <http://urbinavinos.blogspot.com.es/2011/07/estabilizacion-tartarica.html>
- [21] Benito Sáez, P. (10 de abril de 2015). *Precipitaciones Tartáricas del Vino*. Urbina Vinos Blog. Recuperado de <http://urbinavinos.blogspot.com.es/2015/04/precipitaciones-tartaricas-del-vino.html>
- [22] Benito Sáez, P. (30 de enero de 2012). *Tratamientos por Frío para la Precipitación Tartárica del Vino*. Urbina Vinos Blog. Recuperado de <http://urbinavinos.blogspot.com.es/2012/01/tratamientos-por-frio-para-la.html>
- [23] Martínez, H. (2017). *Elaboración y Crianza del Vino*. Bodega Iniesta. Departamento técnico-enológico. Fuentealbilla, Albacete. España.
- [24] Dubourdieu, D., Moine-Ledoux, V. (2007). Propiedades y características de manoproteínas extraídas de levaduras. *Revista internet de viticultura y enología*, 10, 1.
- [25] Rodrigues, A., Ricardo-Da-Silva, J. M., Lucas, C., & Laureano, O. (2012). Effect of commercial mannoproteins on wine colour and tannins stability. *Food Chemistry*, 131(3), 907-914.
- [26] Benito Sáez, P. (28 de junio de 2011). *Manoproteínas*. Urbina Vinos Blog. Recuperado de <http://urbinavinos.blogspot.com.es/2011/06/manoproteinas.html>
- [27] C. Bliard, PpY. Bournérias, M. Luigi, B. Robillard. (2010). Cellulose gum: a new alternative for wine tartaric stability: Tentative of structures determination involved in the haze formation after CMC addition in wine. *Technical Wine Symposium*, Adelaïde.
- [28] Departamento técnico. (2011). *Inostab, la alternativa para la estabilización tartárica*. Institut oenologique de champagne. Epernay. Francia.





- [29] Benito Sáez, P. (1 de febrero de 2011). *Carboximetilcelulosa (CMC)*. Urbina Vinos Blog. Recuperado de <http://urbinavinos.blogspot.com.es/2011/02/carboximetilcelulosa-cmc.html>
- [30] Vivas, N., Vivas de Gaulejac, N., Nonier, M. F., & Nadjma, M. (2001). Effect of gum arabic on wine astringency and colloidal stability. *Progres Agricole et Viticole (France)*.
- [31] Iniesta Ortiz, J. A., & Ramírez Carrera, E. The Arabic gum in the wine. *Viticultura Enología Profesional (España)*.
- [32] Benito Sáez, P. (14 de julio de 2011). *Goma Árábica en el Vino*. Urbina Vinos Blog. Recuperado de <http://urbinavinos.blogspot.com.es/2011/07/goma-arabiga-en-el-vino.html>
- [33] Benito Sáez, P. (22 de abril de 2015). *Goma Árábica: Un Protector Natural de los Vinos*. Urbina Vinos Blog. Recuperado de <http://urbinavinos.blogspot.com.es/2015/04/goma-arabiga-un-protector-natural-de.html>
- [34] Catálogo de productos. Vinos. Bodega Iniesta S.L., 2017. Recuperado de <http://bodegainiesta.es/es/3-vinos?catalogo=1>
- [35] Departamento técnico. (2016). *Microcol Alpha*. LAFFORT. Rentería, Guipúzcoa. España.
- [36] Departamento técnico. (2017). *Pluxbenton*. ESSCO srl. San Martino. Italia.
- [37] Departamento técnico. (2017). *Pluxcompact*. ESSCO srl. San Martino. Italia.
- [38] Departamento técnico. (2016). *Performa*. SAS SOFRALAB. Magenta. Francia.
- [39] Departamento técnico. (2015). *Electra*. SAS SOFRALAB. Magenta. Francia.
- [40] Departamento técnico. (2016). *Stab Mega*. ESSCO srl. San Martino. Italia.
- [41] Departamento técnico. (2016). *Cellogum L*. ESSCO srl. San Martino. Italia.
- [42] Departamento técnico. (2016). *Maxigum*. ESSCO srl. San Martino. Italia.
- [43] Departamento técnico. (2016). *Stabiverek*. Erbslöh España S.L. Caldetas, Barcelona. España.
- [44] Departamento técnico. (2017). *Claristar*. OENOBANDS SAS. Montpellier. Francia.
- [45] Departamento técnico. (2017). *Evaluación Estabilidad en vinos. Proyecto Chill Out*. Enartis Wine Tech. Alcázar de San Juan, Ciudad Real. España.
- [46] Departamento técnico. (2017). *Método de ensayo estabilidad proteica*. Enartis Wine Tech. Alcázar de San Juan, Ciudad Real. España.
- [47] Departamento técnico. (2017). *Test de frío para evaluar la estabilidad tartárica y de materia colorante*. Enartis Wine Tech. Alcázar de San Juan, Ciudad Real. España.

